


FONDO PIZZOFALCONE

B. Prov.

I

1505 - 1506

ÉLÉMENS

DE

PHILOSOPHIE

CHIMIQUE.

ÉLÉMENS
DE
PHILOSOPHIE
CHIMIQUE,

PAR M. LE CHEVALIER HOMFREDE DAVY,

Docteur en Droit ; Secrétaire de la Société royale ; Professeur de Chimie à l'Institution royale et à l'Académie bakérienne ; Membre de l'Institution royale, de la Société royale d'Edimbourg, de l'Académie royale d'Irlande, de l'Académie royale de Stockholm, de l'Académie impériale de Médecine et de Chirurgie de St. Pétersbourg, de la Société américaine de Physique ; Membre honoraire des Sociétés de Dublin et de Manchester ; de la Société de Physique d'Edimbourg et de la Société médicale de Londres,

TRADUIT DE L'ANGLAIS ;

PAR J. B. VAN MONS,

Correspondant des Instituts impériaux de France et de la ci-devant Hollande, etc., etc.,

Avec des Additions intercallées au texte.



VOLUME I.





A PARIS,

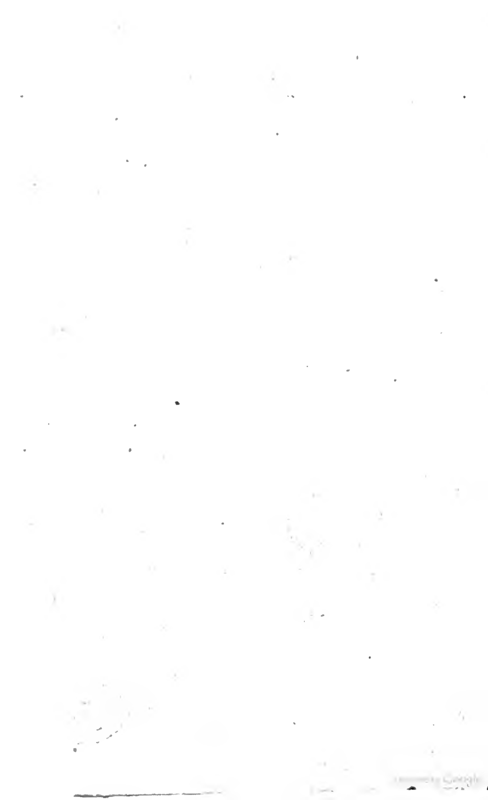
Chez J. E. G. DU FOUR, rue des Mathurins-St.-Jacques, n.° 7,

et à AMSTERDAM,

Chez le même libraire, sur le Rockin.

1813.





A MADAME DAVY.

Il n'est personne à qui je puisse à aussi juste titre ni avec autant de plaisir dédier cet ouvrage qu'à vous, Madame. L'intérêt que vous avez bien voulu prendre à mon travail a été pour moi un motif d'encourage-

ment à poursuivre mes efforts; et je l'ai commencé et achevé à une période de ma vie qui, grace à vous, a été la plus heureuse. Regardez l'hommage que je vous en fais comme le garant que je continuerai de cultiver la science avec une ardeur infatigable; veuillez-le recevoir comme une assurance de ma vive affection; ce sentiment restera inaltérable, puisqu'il est fondé sur l'admiration des qualités éminentes de votre âme et de votre esprit.

H. DAVY.

A

MONSIEUR BERZELIUS

ET A

MONSIEUR OERSTED.

Le traducteur et auteur des additions.

AVERTISSEMENT.

J'ai tâché, dans cet ouvrage, d'employer, autant qu'il m'a été possible, la nomenclature la plus généralement suivie de nos jours parmi les chimistes de la Grande-Bretagne.

Par un effet de l'avancement de la science, quelques-uns des noms adoptés par les chimistes de France impliquent aujourd'hui des idées erronées. En pareils cas, j'ai eu recours aussi souvent que j'ai pu aux noms familiers ou aux dénominations anciennes.

Je n'ai créé des noms nouveaux que lorsque les circonstances m'y ont obligé; et je n'ai appliqué ces noms qu'à des substances nouvelles ou à d'autres dont la composition avait été mal entendue et qui étaient confondues avec des corps de nature absolument différente.

On me désaprouvera peut-être d'avoir désigné par des terminaisons simples et liées avec les noms de la base, telles que *ane* et *ana*, les combinaisons de la chlorine ou

gaz oxymuriatique ; mais ces terminaisons serviront du-moins comme type de la classe, et, sous ce rapport, elles aideront à soulager la mémoire.

J'ai proposé dans la dernière leçon bakérienne, publiée dans les *Philosophical Transactions*, de dénommer les combinaisons de la chlorine, qu'on suppose contenir une proportion de ce corps, par la terminaison *ane;* celles qu'on suppose contenir deux proportions, par la terminaison *ana*, et les combinaisons à trois proportions par *anée.* Cependant, comme parmi les combinaisons de la chlorine avec les métaux on ne trouve jamais plus de deux composés distincts qui appartiennent au même métal, j'ai donné à la première la terminaison en *ane*, et à la seconde celle en *ana*, sans égard aux proportions ; et là où il n'y avait qu'une proportion j'ai simplement employé la terminaison *ane.* Si la base de cette réforme est adoptée, il sera toujours facile de faire les corrections nécessitées par les circonstances ; mais les cas où elles seront requises se présenteront rarement.

Le sel commun, qui contient deux propor-

tions de chlorine, et qui dans cet ouvrage est nommé *sodane*, devra être nommé *sodana*; *ferrane* devra être nommé *ferranea*, et *ferrane*, *ferranée*, et *arsenicane* devra être changé en *arsenicana*.

Quelques personnes pourraient préférer le terme chloride d'après son analogie avec oxide; mais, ainsi que je l'ai fait remarquer dans l'introduction, notre nomenclature aurait été plus simple et d'un usage plus commode si par les termes on n'avait pas voulu exprimer théoriquement la composition des corps ; et comme les alcalis fixes, les terres et les oxides, sont des substances semblables, et que la terminaison en *a* a été appliquée aux deux premiers de ces corps, il serait peut-être convenable de l'appliquer également au troisième.

Cependant, comme le mot oxide est généralement admis et employé, je l'ai conservé, en me servant de la méthode du docteur Thomson pour distinguer les différens oxides du même métal, laquelle consiste à faire précéder le mot oxide de syllabes tirées des termes numériques grecques ; ainsi deutoxide, tritoxide, tetroxide, signifie que les corps con-

tiennent deux, trois ou quatre proportions d'oxigène. Lorsque le mot oxide est employé seul, on suppose que le corps ne se combine que dans une seule proportion avec l'oxigène.

Quelque effort que l'on fasse, on ne pourra parvenir à accommoder la nomenclature actuelle à l'idiome de notre langage; et jusqu'à ce que quelques principes généraux de perfectionnement aient été établis par un commun accord entre les hommes éclairés des différentes parties de l'Europe, on ne peut point s'attendre à ce que cette nomenclature devienne un langage philosophique. On critiquera toujours toute innovation, fût-elle même nécessaire; et tant qu'on n'aura pas adopté un système plus simple de nomenclature, le néologisme sera sujet à être désapprouvé.

Je n'ai rapporté que dans un petit nombre de cas les expériences d'après lesquelles les nombres représentant les corps indécomposés ont été calculés. Il aurait été incompatible avec l'objet d'un ouvrage élémentaire, consacré aux vérités et aux méthodes générales de la science, de donner une histoire détaillée de ces expériences; mais je me pro-

pose d'offrir bientôt au public, dans un ouvrage particulier, le détail des travaux que j'ai exécutés dans la chimie analytique pendant les douze dernières années.

J'ai presque par-tout indiqué des nombres entiers, soustrayant ou ajoutant les parties fractionnelles, afin qu'ils puissent être facilement retenus. Lorsque le nombre était fourni par des expériences dans lesquelles on pouvait soupçonner une perte de matière, j'ai ajouté les parties fractionnelles jusqu'à faire un nombre entier; c'est ainsi que le nombre représentant le barion se rapproche davantage de 129 que de 130; cependant je l'ai donné comme 130, parce qu'il avait été déduit d'une expérience indirecte dans laquelle on pouvait plutôt croire à une perte de poids qu'à une augmentation de matière provenue d'une source étrangère.

Si le public reçoit favorablement mon travail, tout imparfait qu'il soit, j'espère pouvoir, dans une nouvelle édition de l'ouvrage, compléter la série des nombres et fixer quelques-uns de ceux qui sont encore incertains.

Je ne puis terminer sans reconnaître tou-

tes les obligations que j'ai à mon frère, M. J. Davy, pour l'assistance pleine de zèle et de savoir qu'il a bien voulu me prêter dans la poursuite des recherches qui ont servi de matière à ce traité.

J'ai aussi été très-utilement secondé dans mes expériences par M. E. Davy et par M. G. Moore.

Le plus grand nombre des expériences a été fait au laboratoire de l'institution royale; et toutes celles qui étaient susceptibles de démonstration ont été publiquement répétées dans la salle de cet utile établissement, pendant le cours de mes leçons ; et elles ont été accueillies par les membres de l'institution d'une manière dont le souvenir commandera toujours ma reconnaissance.

PRÉFACE
DU TRADUCTEUR.

Je livre au public la traduction de la première partie du premier volume de la *Chimie philosophique* de Davy. Je me suis empressé de faire connaître en France l'ouvrage du chimiste le plus profond et le plus magnifique qui ait encore paru, en le traduisant à mesure qu'un volume en était sorti des presses. La seconde partie suivra immédiatement celle-ci, et la suite de l'ouvrage n'éprouvera pas plus de retardement. J'ai rendu l'auteur littéralement et autant que le génie différent des deux langues pouvait le permettre. M. Davy appartient à la classe des écrivains qui, profondément pénétrés de leur sujet, n'emploient aucune expression, n'adoptent aucune tournure de phrase auxquelles ne soit attaché un sens particulier et défini. Le moindre changement à des pareilles compositions en intervertit souvent les idées comme cela est arrivé à plusieurs de productions détachées de l'auteur qui ont été traduites dans les journaux, et dans lesquelles, suivant ses propres expressions, il a été fortement déguisé. Cette méthode de traduire a dû influer sur mon style qui déjà de-

vait inévitablement être moins correct qu'on aurait été en droit de l'attendre d'un Français-né.

J'ai présenté en plusieurs endroits à la suite de l'original des interprétations théoriques suivant la réforme dont j'ai posé les fondemens dans ma *Lettre à Bucholz.*

On sait qu'un des principes de cette théorie repose sur la nature matérielle du calorique que je considère comme un composant essentiel de la matière organisée. Les vues de l'auteur à l'égard de cet agent sont tout-à-fait différentes des miennes, en ce qu'il le considère comme une pure force, ainsi qu'on le verra par la lecture de cet ouvrage. J'ai cru utile de rapprocher nos deux opinions, afin de mettre le public plus à même de les comparer.

J'ai compris au nombre de mes additions les bases des théories électro-chimiques de deux hommes d'un grand génie, M. Oersted et M. Berzelius. Ces auteurs ne se sont pas positivement prononcés sur la question de l'immatérialité ou de la matérialité du calorique, mais leur manière de considérer l'intervention de cet agent dans l'exercice des affinités les éloigne entièrement de mes idées.

J'ai en outre extrait d'un mémoire présenté

à l'Académie de Berlin quelques vues sur une théorie réformée du phlogistique. C'est un système qu'on aurait pu soutenir à l'époque du dernier changement de la théorie, et qu'alors aucune considération n'aurait pu renverser. J'ai ainsi réuni les divers matériaux d'après lesquels on doit prononcer sur le mode d'expliquer les phénomènes de la science.

Mes opinions sur la nature du calorique sont moins différentes de celles des chimistes français, qui, en général, le considèrent également comme une matière; mais ils ne lui attribuent qu'une influence de concours dans le changement chimique des corps ou ne lui accordent que des effets de disposition. Pour moi, le calorique est un élément matériel qui entre dans la composition de tous les corps contenant de l'oxigène organisé, et qui se proportionne, pour la saturation de ce principe, de la même manière que le fait l'hydrogène, lequel est le second élément de la matière terrestre, et que le ferait un corps composé à l'égard d'un élément ou d'un autre composé.

Le gaz oxigène est le radical de ces diverses combinaisons du calorique; avec lui se proportionne, en différens rapports et en échange de cet agent, l'hydrogène, tant libre qu'engagé, avec la substance inorganique du

globe, laquelle lui sert d'excipient. C'est un composé binaire saturé, à parties égales, de calorique et d'oxigène, comme, suivant toutes les apparences, la substance du globe est un semblable composé d'oxigène et d'hydrogène, exempt de toute combinaison avec du calorique.

Le gaz oxigène ne peut échanger pour de l'hydrogène qu'une faible partie de son calorique. Quinze d'oxigène avec 13 de calorique et 2 d'hydrogène forment l'eau, laquelle ne peut exister que dans une seule proportion, à cause qu'entre trois corps simples et en combinaison immédiate il ne peut s'exercer qu'une seule affinité. L'eau est l'unique composé ternaire connu. Le rapport des élémens dans ce liquide attribue au calorique une grande supériorité d'attraction pour l'oxigène sur l'hydrogène. La supériorité d'attraction de l'hydrogène sur le calorique, en procurant le déplacement complet de celui-ci d'avec l'oxigène, comme celle contraire procure le déplacement complet de l'hydrogène d'avec l'oxigène dans la formation du gaz de ce principe, aurait, par la récomposition de la matière primitive du globe, fait retourner l'univers au néant.

L'hydrogène engagé, soit avec la base primitive des corps dans les métaux, soit avec

des acides secs dans les combustibles acidifiables, peut se substituer dans un plus grand rapport au calorique de l'oxigène, et la combinaison forme alors de l'eau prise en engagement par le métal ou par le combustible acidifiable en échange de plus ou moins de leur hydrogène, et substituée dans une nouvelle portion de son calorique. Aussi est-ce en échangeant à leur tour cette eau avec de l'hydrogène que les oxides de ces corps et les sous-acides sont réduits. Les acides complets sont des acides secs salifiés par de l'eau.

Dans toutes les combinaisons entre des corps oxidés, l'hydrogène du corps le moins saturé d'oxigène se substitue à une portion du calorique de l'autre corps, et la température s'élève; et lorsqu'un corps se décompose spontanément ou par le feu, le calorique entre en engagement chimique à la place de l'hydrogène, avec l'oxigène du corps le plus oxidé. Le proportionnément est si rigoureux qu'un défaut de calorique quelque petit qu'il soit est toujours un obstacle invincible à la décomposition, et qu'un excès du même agent peut également s'y opposer. C'est pourquoi le calorique dégagé dans une composition de corps est toujours la mesure de l'affinité ; et, dans toute combinaison par décomposition, il doit encore se déplacer du calorique; car c'est l'excès de

l'hydrogène du corps décomposant sur celui du corps décomposé qui détermine l'affinité.

Veut-on décomposer un corps par la réduction, si c'est de l'hydrogène qu'à cet effet on emploie, il faut que l'oxigène dans le corps à réduire possède assez de calorique pour se proportionner avec cet hydrogène au degré de la formation de l'eau ; ce qui ne peut se faire jusqu'à l'entière réduction que pour les thermoxides ou pour les oxides et les acides susceptibles de se sousoxider ; mais de l'hydrogène ne peut entièrement décomposer, ni un oxide, ni un acide, à-moins que du calorique ne concoure à l'opération. Nous allons voir ce qui s'y oppose, en prenant pour exemple de l'oxide de fer et de l'acide sulfurique.

Dégagez du gaz hydrogène dans de l'eau tenant en délayement de l'oxide rouge de fer, il se formera de l'oxidule de ce métal, non que l'oxigène enlevé soit par lui-même proportionné de calorique pour la formation de l'eau, mais la portion d'hydrogène qui devient libre, en se surcombinant à l'oxigène restant, en déplace de cet agent, lequel proportionne l'oxigène enlevé dans le rapport de l'eau. Cependant, de l'oxidule de fer que l'on échauffe au rouge, ou sur lequel on di-

rige un courant de gaz hydrogène enflammé, se réduit en métal à la faveur du calorique administré, qui proportionne l'eau d'oxidation au degré de ce liquide incombiné.

Il en est de même de l'acide sulfurique dissout dans l'eau : l'hydrogène ne peut en déplacer de ce liquide d'hydratation qu'au degré de l'acide sulfureux et à la faveur de l'hydrogène qui se surcombine à l'acide en remplacement de son équivalent en calorique, avec lequel l'eau se proportionne pour sa décombinaison. Avec une chaleur suffisante pour se substituer près de l'oxigène de l'eau à l'hydrogène soussaturé de l'acide sec, la substitution serait complète : il se régénérerait du soufre, et l'hydrogène déplacerait infiniment plus de calorique d'avec l'oxigène de l'acide sec sulfurique.

Veut-on oxider du soufre par le procédé inverse ou à l'aide de l'eau, la substitution de ce liquide à l'oxigène demandera une addition de calorique capable de représenter, près de l'oxigène de l'acide sec dans le soufre, la force de saturation de tout l'hydrogène dont cet oxigène est surcombiné ; ou le calorique déplacé d'avec l'acide par la surcombinaison de l'hydrogène devra être restitué à ce corps si l'on veut que de l'eau puisse le déplacer ; ou encore l'oxigène de l'acide ne pourra céder

de l'hydrogène sans recevoir du calorique en échange. Cependant, l'eau oxide à froid les métaux qui ont plus d'affinité avec ce liquide que l'oxigène de celui-ci n'en a avec une certaine quantité de calorique, parce que ces corps, ne contenant point d'oxigène, laissent déplacer leur hydrogène, sans qu'il soit besoin d'y substituer du calorique ; il s'en déplace au contraire avec l'eau par l'hydrogène dont ce liquide se surcombine ; et les métaux, qui ont moins d'affinité avec l'eau que le calorique, s'en laissent déplacer dans leur hydrogène par une addition de cet agent; et l'on connaît des cas où, à la faveur du calorique, des métaux thermoxigènes s'oxident par l'eau.

D'après ces faits et d'après des milliers d'autres qu'embrasse le domaine de la chimie, le calorique doit être considéré comme le troisième composant des corps qui admettent de l'oxigène dans leur constitution; de cette nature sont tous les corps, hors l'hydrogène et les métaux réduits. Le calorique est un véritable élément des corps, qui ne peut y exister qu'en remplacement d'hydrogène, comme l'hydrogène ne peut se trouver dans les corps, qu'en remplacement de calorique; et ces deux substances s'y trouvent dans des proportions déterminées et dans des rapports invariables

l'une vis-à-vis de l'autre, pour le même objet qui est de satisfaire au besoin d'engagement de l'oxigène, lequel ne peut non-seulement pas exister incombiné, mais même pas en sous-saturation. L'hydrogène, au contraire, est plutôt passif qu'actif dans l'exercice des affinités, et il n'en possède aucune pour le calorique.

La tension du calorique doit être différente, suivant la nature de la combinaison qu'il a à contracter. Dans les combinaisons directes de l'oxigène, il doit être le plus tendu. Il peut être moins tendu pour la dernière saturation d'un corps déjà oxidé; et là où il doit seulement se substituer près de l'oxigène d'un troisième oxidant, et tel que cela a lieu dans des sels qui sont hydratés par l'eau, il peut se trouver à une tension peu supérieure à son état de chaleur. C'est le degré de force gravitante, dont l'oxigène reste pourvu, qui règle la force antigrave, qui doit le mettre en mouvement.

L'addition du calorique n'augmente pas le poids des corps, parce qu'elle n'ajoute rien à la quantité de leur matière grave ou à la force de leur pression contre le centre du globe. Le calorique est une matière qui ne presse que dans le sens du soleil. C'est la circulation du calorique entre le soleil et la terre qui entre-

tient le mouvement de la matière et l'organisation du globe. Si le calorique gravitait moins activement vers sa planète, elle partagerait le repos de la matière terrestre; il ne dilaterait et ne gazifierait point les corps, et le tout formerait une masse compacte, inerte, autour du centre de la terre; mais l'Etre qui a tout créé y a plus sagement pourvu, et l'on ne peut qu'admirer la puissance qui par des moyens aussi simples a fait naître des résultats aussi compliqués.

Ce n'est encore là que le très-petit nombre des propriétés, que j'attribue au calorique, qu'il possède réellement, et par lesquelles il s'immisce comme matière, et en se mettant à la place de l'hydrogène ou en laissant prendre sa place par ce principe dans la composition et la décomposition de tous les corps. On trouvera le développement de ses autres propriétés dans les additions.

Il y a un autre point dans lequel ma théorie diffère de celle actuellement suivie; c'est que je considère l'hydrogène comme le principe général de la combustion. Ainsi, les métaux sont composés de la matière inorganique du globe et d'hydrogène; et les combustibles acidifiables non métalliques sont des

acides secs hydrogénés, comme le gaz muriatique oxigéné est un semblable acide oxigéné. Les autres corps consistent tous en ceux-ci, combinés avec de l'oxigène, avec de l'hydrogène ou entre eux.

J'avais depuis long-temps réfléchi sur l'influence du calorique dans les opérations de la chimie, et déjà, dans ma *Théorie de la Combustion*, j'avais enseigné la doctrine de son intervention dans la composition matérielle des corps. Dans toutes les décombinaisons chimiques, et par-tout où un corps devient combustible, je voyais du calorique s'engager fixément et par une affinité contre laquelle la compression aidée de la plus forte baisse de température n'avaient aucun pouvoir de déplacement ou de remise en équilibre; et ce même calorique, lorsque par un autre engagement le corps perdait de sa combustibilité reparaissait hors de combinaison. Dès-lors j'ai dû considérer le calorique comme un élément de combinaison, qui s'échange avec le principe de la combustibilité pour la saturation d'un troisième principe, que j'ai bientôt reconnu être l'oxigène, puisque les corps près desquels il se substitue au principe combustible sont, ou de l'oxigène, ou des corps oxidés. C'est ainsi qu'est née ma théorie actuelle, dans laquelle, comme on a déjà pu le voir, je n'admets que

trois élémens, qui sont l'oxigène ou le principe comburant, l'hydrogène ou le principe combustible, et le calorique qui est le corps éliminé dans l'action entre les deux autres principes, lequel peut désunir ces principes, ayant pour l'oxigène une plus forte attraction que l'hydrogène. J'ai appliqué cette théorie aux principaux passages du livre que j'ai traduit, sans toutefois prétendre infirmer en la moindre chose la théorie adoptée par l'auteur.

J'ai dû quelquefois répéter le même principe à mesure que l'occasion de l'appliquer se présentait ; aussi n'ai-je fait que des applications et nullement une exposition systématique, et cette méthode m'a obligé à des développemens réitérés. Je pourrai à la fin de l'ouvrage donner les aphorismes de ma théorie.

Mes principes ne sont en rien opposés à la théorie de Lavoisier, dont ils forment au contraire seulement une amplification déduite des nouveaux faits; et ma réforme consiste principalement à regarder l'hydrogène comme l'aliment exclusif de la combustion, et les métaux, ainsi que les combustibles acidifiables, comme des corps composés.

J'ai de plus introduit la doctrine des en-

gagemens que j'appelle par *plusoxidation*, parce qu'ils consistent dans la saturation supplémentaire des corps déjà oxidés par de l'oxigène ou par un autre corps oxidé. Je les ai aussi nommés *vice-hydratations*, parce que dans le plus grand nombre des cas ils se font par la substitution d'un acide ou d'un oxide à l'eau d'hydratation d'un corps. C'est la combinaison que les corps contractent après qu'ils sont assez saturés d'oxigène, pour ne plus pouvoir décomposer le gaz de ce principe dans son calorique chimique, ou l'engager sans qu'il soit condensé par un autre corps. Le caractère d'un oxide est de ne pouvoir être décomposé que par le feu ou par les réductifs: celui d'un plusoxide est de pouvoir échanger son plusoxidant avec un autre corps de la même qualité. C'est ainsi que les acides se substituent à l'oxigène des oxides thermoxidés et des oxides solubles; que les oxides de leur côté se substituent à l'eau des acides, à leur hydrogène et à l'oxigène d'un pareil corps, dans le gaz muriatique oxigéné; que l'eau elle-même, suivant les circonstances, opère ces diverses substitutions. Les produits de ces combinaisons sont des sels qui à leur tour se plusoxident par d'autres corps. Le procédé de la plusoxidation s'annonce toujours par une précipitation de calorique. On s'apperçoit facilement que cette doc-

trine comprend la généralité des phénomènes de la chimie.

Toutes les autres parties de la théorie existante ont été conservées; et il n'a été fait aucune innovation à la nomenclature de la science. Cette nomenclature pourra être étendue et rectifiée, mais elle ne devra jamais être changée, parce que ses termes sont l'expression de faits que le temps ne peut pas plus altérer que la célébrité de ceux qui les ont découverts.

On trouvera dans la suite de l'ouvrage des apperçus théoriques qui ont un rapport direct avec mes nouveaux principes, et que déjà longtemps auparavant l'auteur avait publiés. Je suis loin de croire qu'il en avait puisé l'idée fondamentale dans mon *Electricité*, où on a pu la voir exposée. Je pense au contraire que la vérité s'est offerte à lui comme à moi, et je ne puis que m'applaudir de m'être rencontré avec un savant dont l'autorité est d'un aussi grand poids.

Les additions que j'ai faites à cette première partie, quoique imprimées en caractère *petit-texte*, en ont tellement accru le volume que j'ai dû transférer à la seconde partie la sixième division et les considérations sur les subs-

tances indécomposées et sur celles imparfaitement connues, ainsi que l'histoire de la science en forme d'introduction. Cette seconde partie sera moins volumineuse que la première, étant moins susceptible d'additions; et quant à l'introduction, comme elle aura sa pagination particulière, on pourra toujours la reporter à la tête de l'ouvrage.

J'avais un moment pensé de rejeter mes additions à la fin de l'ouvrage dans un volume à part; mais ayant réfléchi combien il est incommode de devoir à chaque instant recourir à différens volumes pour chercher des rapportés de numéros, je les ai insérées à la suite des passages auxquels elles sont relatives, en les distinguant toutefois du texte par un caractère différent.

Les commençans pourront ne lire d'abord que le texte, et je leur en donne même le conseil; une seconde lecture de l'original, combinée avec celle des additions, ne pourra que leur être utile, lorsqu'ils seront assez familiers avec les élémens de la science, pour la faire avec fruit. Ce n'est pas que l'intelligence de ma théorie soit si difficile, mais elle a pour les premières études l'inconvénient de ne pas être distribuée dans un ordre élémentaire.

J'ai inséré dans le corps de l'ouvrage quelques additions que l'auteur avait placées à la fin du volume.

J'ai aussi ajouté à l'ouvrage les découvertes et améliorations qui ont paru pendant le court intervalle entre la publication de l'original et celle de la traduction. J'ai fait imprimer cette partie en même caractère et avec le même interlignement que le texte; mais je l'ai distinguée par des tirés, et j'en ai agi de la même manière par rapport aux extraits de mon *Mémoire à l'Académie de Berlin*, auxquels j'ai en outre apposé des guillemets.

Je n'ai point conservé la terminaison en *a* que l'auteur a donnée aux oxides solubles, et j'ai changé en *anée* la terminaison en *ana*, par laquelle M. Davy distingue la seconde saturation entre un combustible et le gaz muriatique oxigéné (*). J'ai cru que la terminai-

---

(*) M. Schweigger a proposé de nommer *halogène* le gaz muriatique oxigéné: ce nom est composé de *ἅλς sel*, et *γενειν engendrer* (engendrant sel) et suppose que la nature simple de ce gaz soit admise; il est assez généralement adopté en Allemagne, et M. Reinwardt l'a traduit en hollandais par le terme correspondant à *saligène*. On en fait dériver *haloïde*, protohaloïde, deutohaloïde, hyperhaloïde, pour désigner ses combinaisons. Il pourrait donner halogéna-

son en *a* était trop latine pour être introduite dans la langue française ; et j'ai fait de même à l'égard de la terminaison, également latine, en *um*, donnée par l'auteur aux nouveaux métaux que j'ai transformée en celle parfaitement française, en *on*. Si l'on avait connu trois différens degrés de proportionnément entre le gaz muriatique oxigéné et les corps combustibles, j'aurais rendu le premier de-

---

tes, halogène oxigéné, halogénates oxigénés, éther halogénique, etc. ; le terme acide muriatique est conservé. Déjà Prieur avait proposé *murigène*, d'où murides, etc., et moi-même avant tout cela j'avais fait voir dans le premier volume du *Bucholz* que le terme muriatique, lequel dérive de muriate, ne présentait à l'esprit d'autre racine, pour le comburant acidifiable de l'acide, que le nom muriate, lequel appartient au sel ; mais que le terme *mure* est un sous-dérivé, qui peut devenir dérivé immédiat en nommant murique l'acide, et en laissant aux sels le nom de muriates. L'acide muriatique oxigéné serait du mure comme l'acide sulfurique hydrogéné est du soufre ; son acide par hydrogénation serait de l'acide murique, etc. J'ai exposé dans mes additions au présent ouvrage plusieurs motifs de préférence en faveur du terme *chlore*, qui a du rapport avec phosphore et bore, lesquels donnent par l'oxigénation le même genre de corps que le chlore donne par l'hydrogénation, c'est-à-dire, des acides, que les uns génèrent comme étant des combustibles acidifiables, et l'autre comme étant un comburant acidifiable, et tous en formant de l'eau. Le mot chlore donne acide chlorique, chlorates, chlore oxigéné et chlorates oxigénés ; et

gré par la terminaison en *an*, le second par celle en *ane*, et le troisième par celle en *anée ;* ainsi, en supposant que le fer eût été susceptible de ces trois degrés de proportionnement, je les aurais traduits par *ferran*, *ferrane* et *ferranée*. L'auteur a conservé dans ces termes le double *r*, parce que la terminaison est appliquée au nom latin *ferrum*.

---

si l'acide muriatique venait à être substitué dans son eau par de l'hydrogène, le combustible qu'on obtiendrait prendrait alors ce nom ou celui de mure. Ce combustible serait un acide sec hydrogéné comme le sont tous les combustibles acidifiables. Les termes *chlorine* et *chlore* ne préjugent en rien la question de la nature intime de la substance qu'ils représentent, comme le font ceux de murigène et d'halogène. Le nom chlore a de plus le mérite de dériver d'un terme proposé par l'homme illustre qui nous a si bien fait connaître le gaz muriatique oxigéné, et ce titre est décisif pour son adoption.

C'est un défaut dans la nomenclature que plusieurs mots qui devaient être des racines aient été composés de ceux qui par la nature de la chose en étaient les dérivés; c'est ainsi que muriate a fourni muriatique, borate, boracique, etc. MM. Gay-Lussac et Thénard ont très-sensément corrigé ce défaut par rapport au terme *bore* et à ses dérivés. Dans un *Système raisonné de Nomenclature chimique*, que je dois publier incessamment, je proposerai la rectification de plusieurs autres termes.

INTRODUCTION.

La plupart des substances qui appartiennent à notre globe subissent sans cesse des changemens dans leurs qualités perceptibles, et on dirait qu'une sorte de matière est transformée dans une autre sorte.

De pareils changemens, qu'ils soient naturels ou artificiels, qu'ils s'opèrent lentement ou rapidement, sont appelés changemens chimiques ; ainsi, le dépérissement graduel et presqu'imperceptible des feuilles et des branches d'un arbre abattu qui reste exposé à l'air, et la rapide combustion du bois dans nos fourneaux, sont l'un et l'autre des opérations chimiques.

L'objet de la philosophie chimique est la recherche des différens phénomènes de cette nature et la découverte des lois d'après lesquelles ils sont régis.

Le but de cette branche des connaissances humaines est l'application des substances naturelles à de nouveaux usages à l'effet d'augmenter les commodités et les jouissances de la vie, et pour mettre au jour l'ordre, l'harmonie et le plan de prévoyance d'après lesquels le système de la terre a été conçu. Les bases de la science chimique sont l'observation, l'expérience et l'analogie. Par l'observation, les faits sont distinctement et circonstantiellement imprimés dans la mémoire ; par l'expérience, de

nouveaux faits sont découverts ; et par les progres des connaissances, l'observation, guidée par l'analogie, conduit à l'expérience; et l'analogie, confirmée par l'expérience, devient une vérité scientifique.

Confirmons ceci par un exemple : celui qui veut regarder avec attention et dans leur exposition, soit à l'ombre, soit au soleil, les filamens minces, verts, de matière végétale qu'en été on trouve presque partout dans les rivières, les lacs et les marais, découvrira des vésicules, pleines d'air, sur les filamens qui, sous l'eau, sont exposés au soleil; mais aucun vésicule semblable se fera appercevoir sur les filamens qui sont frappés d'ombre, et il reconnaitra ainsi que cet effet est dù à la présence du soleil. Voilà une observation, mais qui ne donne aucun renseignement ultérieur sur la nature de l'air contenu dans les vésicules. Cependant, qu'un verre à vin, rempli d'eau, soit renversé au-dessus des filamens, l'air s'assemblera dans le haut du verre, et lorsque le verre est plein d'air, si on le couvre de la main, qu'on le redresse et qu'on y plonge un éclat de bois allumé, ce bois y brûlera avec infiniment plus de vivacité que dans l'air atmosphérique. Voilà une *expérience*.

Ces principes de recherche et ces combinaisons de méthode ont été peu pratiqués avant ces derniers temps. Une courte revue des progrès de la philosophie chimique fera appercevoir que les découvertes les plus brillantes et les arrangemens théoriques les plus heureux, dans cette science, sont d'une date très-récente; et quelques

détails historiques, ainsi que des considérations générales sur les progrès de la science, formeront peut être une introduction utile aux élémens de cette branche de nos connaissances.

Les seuls procédés dignes d'être appelés chimiques, dont les nations civilisées de l'antiquité ont eu connaissance, appartiennent à certains arts, tels que la métallurgie, la teinture et la fabrication du verre et de la porcelaine; mais ces procédés semblent avoir été indépendans les uns des autres, uniquement pratiqués dans les ateliers et hors de connexion avec les connaissances générales.

Quelques vues relatives aux changemens chimiques des élémens des corps semblent avoir été développées dans les premiers systèmes mythologiques des prêtres égyptiens et des brames de l'Indostan, et ces vues sont passées, sous de nouvelles modifications, dans les théories des grecs; mais comme la plupart des doctrines perfectionnées de ce peuple, concernant les causes des phénomènes, n'étaient guères plus qu'un assemblage de spéculations vagues, plutôt poétiques que philosophiques, on ne peut raisonnablement supposer que, dans des temps plus anciens et parmi des peuples moins avancés en civilisation, il y ait à trouver des traces de vraie science. Les peuples de la Basse-Egypte, où le débordement du Nil couvrait de plantes et de vie un désert sablonneux, ont pu facilement concevoir l'idée que l'eau, sous des modifications différentes, donnait origine aux différentes formes de

la matière inanimée et organique; et ce dogme caractérise la première école des grecs.

Il ne faut que des notions très-superficielles pour pouvoir établir des généralités sur les grandes formes et les grands pouvoirs de la nature, considérés comme élémens; et delà semblent avoir pris origine les théories qui ont été attribuées à Anaximandre et autres philosophes de l'ancienne Grèce, concernant l'air, la terre, l'eau et le feu.

Dès l'instant que la géométrie et les sciences mathématiques se sont trouvées perfectionnées, les explications mécaniques à l'égard des changemens subis par les corps, et telles que la philosophie atomique de la secte ionienne et les cinq solides réguliers adoptés par les Pythagoriens', comme les matériaux de l'univers, ont dû paraître des conséquences naturelles.

Dans les premiers temps de la dynastie macédonienne, l'école d'Aristote prêta une attention passagère aux objets de la science naturelle; mais le grand fondateur de cette école embrassa trop d'objets à-la-fois pour pouvoir se former des idées correctes d'aucun d'eux, et sa méthode vicieuse d'établir des principes généraux pour les appliquer à des cas particuliers, si nuisible à la recherche de la vérité dans les sciences en général, s'opposa particulièrement aux progrès de celle qui repose sur l'examen minutieux des propriétés obscures et latentes des corps naturels.

Il semble que Théophraste, le successeur d'Aristote,

n'adopta point la doctrine sublime, quoique purement spéculative, de son maître, sur l'identité de la matière et la diversité de sa forme (*); car, au commencement de son livre sur les fossiles, il dit : « Les pierres sont « produites par la terre, et les métaux proviennent de « l'eau ». On chercherait en vain d'où une notion telle que la dernière a pu dériver. Cela nonobstant, Théophraste est peut-être l'observateur le plus exact parmi les anciens dont les ouvrages nous sont parvenus; et les théories de ce philosophe distingué, qu'on rapporte avoir eu une école de 2000 disciples, ne peuvent être considérées comme donnant une idée défavorable des physiciens spéculateurs de ce temps. Les grecs excellèrent dans toutes les matières qui ne demandent que de la force naturelle dans l'esprit et de la finesse dans le goût. Leur littérature et leurs productions d'arts offrent des modèles qui n'ont pas encore été surpassés. Ils possédaient, comme par instinct, le sentiment de tout ce qui est beau, grand et brillant. Comme philosophes, ils n'errèrent point par manque de génie ni même d'application, mais seulement parce qu'ils parcoururent une fausse route, parce qu'ils raisonnèrent plutôt d'après un système imaginaire touchant la nature, que d'après un ensemble perceptible à la vue et au tact.

(*) Ἐπειδὴ δὲ ἡ φύσις διχῶς, τό τε εἶδος καὶ ἡ ὕλη. Aristotelis Natural Auscult. lib. 2. 495. fol. Par. 1634.

† Ὕδατος μὲν τὰ μεταλλευόμενα καθάπερ ἄργυρος καὶ χρυσὸς καὶ τἆλλα. Γῆς δὲ λίθος τε καὶ ὅσα λίθων περιττότερα. Théophrasti de lapidibus. Lugd. Bat.

On chercherait en vain dans les annales de Rome, les connaissances scientifiques que l'on ne trouve pas chez les grecs. Les vainqueurs devinrent les disciples des vaincus; et les romains ne firent guères plus que de revêtir d'une autre forme les systemes de leurs maîtres, et de les adapter à un peuple nouveau.

Le poëme, grand mais inégal, de Lucrèce, contient le précis des opinions d'Epicure, comparées à celles d'autres précepteurs philosophes célèbres. L'histoire naturelle de Pline est tirée de toutes les sources, mais principalement de Théophraste et d'Aristote. Le détail de ses observations propres intéressent davantage quand ils se rapportent aux opérations de l'art qu'à celles de la nature. Ses notions spéculatives sont des plus imparfaites. Le premier ouvrage philosophique des romains, comme monument du jeune âge de ce peuple, est empreint de force et de génie, d'hardiesse et d'incorrection. Leurs derniers ouvrages philosophiques, comme appartenant à un âge avancé, se distinguent par le verbiage, la profusion des anecdotes amusantes, par les notions superstitieuses et par les préjugés.

Quelques-uns des historiens de la science (*), emportés par un zèle pour lui procurer l'honneur d'une origine an-

(*) Plusieurs parmi les auteurs d'alchimie, font dériver cette science de Tubalcain; d'autres, de Hermes Trismegistus, le mercure des grecs. Le premier écrit, traitant spécialement d'objets alchimiques, est un manuscrit de Zosime, sur l'art de composer l'or et l'argent, qu'on suppose être du 5e siècle, et qui se trouvait à Paris à la bibliothèque du roi. Suidas, qui

tique, ont, il est vrai, cherché à découvrir des traces de connaissances dans quelques doctrines de la chimie pratique, même parmi les anciens. C'est ainsi que Laertius cite Démocrate comme s'étant occupé à imiter les pierres précieuses et à amollir et travailler l'ivoire. On prétend que Caligula entreprit des expériences dans la vue d'extraire de l'or de l'orpiment. Dioscoride, qu'on suppose avoir été le médecin de la fameuse Cléopâtre, a décrit le procédé de retirer, par la sublimation, le mercure de ses mines; et, en partant de semblables notions, Cléopâtre elle-même peut être réputée chimiste, puisque, dans la profusion de son opulence, elle dissolva une perle fine dans le vinaigre, et d'une substance précieuse et magnifique fit un breuvage dégoûtant. Mais il est absurde de rapporter de pareilles particularités comme des indices de science. Si un nombre d'opérations chimiques avaient été connues au-delà de leurs simples rapports avec les arts, il en aurait été fait mention dans les auteurs de médecine de ces temps; mais il n'est seulement pas parlé de la distillation dans les ouvrages d'Hippocrate ou de Galien; et ce même Dioscoride que j'ai déjà cité, et qui probablement possédait toutes les

---

écrivait dans le 9e ou le 10e siècle, cite Dioclétien comme ayant brûlé les livres des égyptiens, sur l'art de fabriquer l'or et l'argent : περι χημείας αργυρου και χρυσου. » Lexicon, tom. 1. pag. 595.

On trouve des recherches plus particulières sur les prétentions des anciens à la possession de connaissances en chimie, dans *Borrichius*, *De ortu et progressu Chemiæ*, dans *Bergmani Opuscula*, vol. IV, *de primordiis chemiæ*, et dans *Lenglet Dufresnoy*, *Histoire de la philosophie hermétique*, où le lecteur peut les consulter.

connaissances qui alors existaient en Egypte, recommande l'emploi d'une toison de lainè, ou d'une éponge, à l'effet de recueillir les produits des substances en ébullition et en combustion (*).

L'origine de la chimie, comme science expérimentale, ne peut être rapportée à une date plus ancienne que le septième ou le huitième siècle de l'ère chrétienne ; et elle paraît coïncider avec la courte période pendant laquelle les arabes ont cultivé et perfectionné les sciences.

Les premiers mahométans s'efforcèrent de détruire tous les documens sur les progrès de l'esprit humain chez les peuples qui les avaient précédés ; et cependant, cette même nation, comme pour compenser cet esprit barbare, fut destinée, à une période postérieure, à rallumer le flambeau des lettres, et à devenir les inventeurs et les propagateurs d'une nouvelle science. L'ancienne nomenclature de la chimie démontre de combien cette science a été redevable aux arabes. Les mots alcohol, alkali, aludel et alambic n'ont pas besoin d'être interprétés.

On suppose que les premiers ouvrages systématiques de chimie ont été composés par Geber, sous les règnes des califs Almainor et Almonzor. La préparation des remèdes semble avoir été l'objet des premières recherches dans cet art; et Rhasis, Avicenna et Avenzoar, qui

(*) Discoridis liber 1, de picino oleo, pag. 52.

dans leurs livres ont décrit un grand nombre d'opérations chimiques, étaient les médecins les plus en réputation de ce temps. On ne pouvait pas s'attendre à ce que chez un peuple de conquérans, porté, par l'esprit même de sa religion, à la sensualité et à la molesse, romanesque, autant que magnifique dans ses projets de puissance, une science nouvelle aurait été cultivée d'une manière raisonnable et philosophique, et les premières découvertes en chimie conduisirent à des recherches d'alchimie dont l'objet était de trouver une substance capable de transformer tous les autres métaux en or, et de préparer un remède universel propre à prolonger indéfiniment la vie.

Des raisonnemens sur la nature des métaux et sur la composition de la pierre philosophale forment la principale partie des traités attribués à Geber (*), et les dis-

(*) La bibliothèque du museum britannique renferme plusieurs ouvrages qui portent le nom de *Geber*; de ce nombre sont : *De Alchemiâ argenteâ*; *Speculum Alchemiæ*; *De inventione perfectionis*. Ils paraissent néanmoins être des compilations faites par des alchimistes du 15e et du 16e siècles. On y considère l'arsenic, le mercure et le soufre comme les élémens des métaux. La distillation y est distinctement décrite. On y fait mention de l'alcohol, du mercure sublimé corrosif et de plusieurs combinaisons du fer, de l'étain, du cuivre et du plomb; mais on y trouve aussi un fatras de descriptions obscures de procédés secrets, et le détail de plusieurs expériences impraticables. Le *Liber fornacum* est la partie la plus intelligible des ouvrages que l'on attribue à Geber. Il offre la description de plusieurs opérations de métallurgie et les appareils ordinaires de l'art de l'essayeur.

ciples de Bagdat semblent avoir été les premiers alchimistes de profession.

Il fallait des motifs puissans pour engager les hommes à se livrer aux opérations ennuyeuses et rebutantes des fourneaux ; mais il ne pouvait manquer des laborateurs pour une œuvre où il s'agissait de la perspective si attrayante et si flatteuse de se procurer à volonté des trésors sans bornes, de se créer un paradis sur la terre et de jouir d'une immortalité dépendante entièrement de son bon plaisir.

Il est probable que les procédés illusoires de transmutation des métaux et des préparations de l'élixir de vie ne parvinrent point à la connaissance des européens avant le temps des croisades ; et plusieurs des guerriers qui, séduits par des projets chimériques de conquête, avaient, dans les plaines de la Palestine, combattu pour la cause de leur religion, semblent être retournés dans leurs pays sous l'influence d'une nouvelle illusion.

L'esprit public, dans l'occident, était disposé à concourir aux progrès de toutes les recherches qui s'enveloppaient d'un air de mysticité. Des hommes ardens par zèle pour un culte naissant et dont les préceptes conduisaient à l'exaltation, devaient être beaucoup plus portés à croire qu'à raisonner. L'amour des connaissances et du pouvoir est inné à l'homme : au milieu des ténèbres, il se dirige vers le jour, et dès l'instant qu'il apperçoit la lumière, il la suit avec enthousiasme, lors même qu'elle ne se présente à lui que sous une lueur trompeuse.

Les traditions du moyen âge renferment un grand nombre d'anecdotes touchant la transmutation des métaux et les vues ou les prétentions des personnes qui étaient considérées comme adeptes. Ces périodes reculées constituent ce que l'on peut regarder comme les temps héroïques et fabuleux de la chimie. Quelques-uns parmi les alchimistes, étaient purement des imposteurs dont le but était de tromper les crédules et les ignorans. D'autres semblent s'être trompés eux-mêmes par de vains espoirs; mais tous se livrèrent à leurs recherches comme à une étude secrète et mystérieuse.

On ne communiqua les procédés qu'à des disciples choisis, et, comme ils étaient enveloppés dans le langage le plus énigmatique et le plus obscur, on y attacha d'autant plus d'importance qu'ils étaient moins compris. En tout temps les hommes se sont laissés diriger plutôt par ce qu'ils désirent ou ce qu'ils craignent, que par ce qu'ils connaissent; et, surtout dans ces temps, il était facile de tromper et difficile d'éclairer

On découvrit des vérités, mais elles furent enveloppées dans le faux et le merveilleux, et une autre ère était requise pour en séparer les absurdités et en démontrer l'importance et l'utilité. Arnault de Villeneuve, qu'on dit être mort en 1250, fut un des premiers qui, en Europe, s'occupa d'opérations chimiques. Dans l'édition des œuvres de ce chimiste, laquelle parut à Leyden en 1509 (*),

(*) Opera Arnaldi de Villâ novâ. in-fol. 1509.

on trouve plusieurs traités sur des sujets d'alchimie qui démontrent qu'il croyait fermement à la transmutation des métaux. On lui alloue les mêmes opinions qu'à Geber; et il semble n'avoir dirigé ses recherches que vers le seul but d'inventer des remédes et de découvrir la composition de la pierre philosophale.

Raymond Lulle, de Majorque, qu'on dit avoir été le disciple d'Arnault, s'appliqua beaucoup plus à la philosophie que son maître ; mais les ouvrages sur la science générale qu'on lui attribue contiennent incomparablement plus de propositions abstraites et métaphysiques que des faits. Dans l'exposition de ses vues sur la physique, il suivit le plan d'Aristote ; et on ne peut avoir une grande idée de ses talens en chimie si l'on en juge d'après les traités d'alchimie qui portent son nom. Arnault et Lulle sont l'un et l'autre prônés par les sectateurs de l'alchimie, comme ayant incontestablement possédé le secret de la transmutation des metaux. On rapporte qu'à Rome, Arnault a converti du fer en or; et on prétend qu'à Londres, en présence d'Edouard I.er, Lulle a exécuté une semblable opération, et l'on ajoute que des nobles (*) ont été frappés avec l'or produit. Les actes publics de ces temps démontrent jusqu'à quel point les illusions de l'alchimie avaient fait des progrès. Le pape Jean XXII, qui parvint au pontificat en 1316, condamna publiquement les alchimistes comme des imposteurs et des gens qui, au dire de sa bulle, promettent ce qu'ils ne peuvent tenir. En

(*) Bergmani Opuscula.

Angleterre, dans la cinquième année du règne de Henri IV, le parlement passa un acte en vertu duquel les tentatives de transmutation furent prohibées et taxées de félonie. Toutesfois dans ce temps même, on ne manqua pas de faire des efforts pour établir des vues scientifiques. Au commencement du treizième siècle, Roger Bacon, d'Oxford, s'appliqua à faire des expériences, et ses ouvrages offrent des preuves de talent, de zèle et de sagacité. C'était un homme d'un esprit vraiment philosophique, animé du désir d'interroger la nature et d'étendre les ressources de l'art, et ses recherches présentent quelques combinaisons très-extraordinaires; mais, ni ses travaux, ni ceux d'Albert, de Cologne, son contemporain, qui paraît avoir eu un génie analogue, n'eurent aucune influence remarquable sur le perfectionnement de leur siècle. Les merveilles qui étaient opérées par l'art, le vulgaire les attribua à la magie; et, dans un temps où les sciences s'étaient retirées dans les cloîtres, toute tentative d'étendre les connaissances philosophiques devait nécessairement être regardée d'un œil de jalousie par ceux mêmes qui étaient instruits.

Il serait inutile de vouloir s'arrêter aux ouvrages des alchimistes avoués des quatorzième et quinzième siècles; de Richard et Ripley, en Angleterre; d'Isaac, en Hollande; de Peco de Mirandula et Koffsky, en Pologne. Les œuvres attribuées à ces hommes portent toutes le même cachet (*), et ils ne contiennent rien

(*) De ce nombre sont Ricardi Angli Libellus, *περι χημειας*; Opus Saturni, Johannis Isaac; compounde of Alchemy, by George Ripley.

qui puisse occuper utilement ou agréablement un lecteur instruit. Basile Valentin, de Erfurt, doit toutefois être distingué de la foule des expérimentateurs de ces temps, à cause de la nouveauté et de la variété de ses travaux sur les préparations métalliques, surtout sur celles de l'antimoine. Dans son *Currus triumphalis Antimonii*, il a décrit un grand nombre de combinaisons de ce métal ; il employa les acides minéraux pour les dissolutions, et il paraît avoir été un des premiers qui ait observé la formation de l'éther par l'alcohol. Il fleurit vers l'an 1413.

Cornelius Agrippa, qui naquit en 1486 à Cologne, enseigna publiquement la magie et tenta de confondre entr'eux l'astrologie judiciaire, l'art hermétique et la philosophie métaphysique, et il eut pour successeurs Paracelse, en Suisse, et Dygby, Kelly et Dee, en Angleterre.

Les premiers alchimistes arabes semblent avoir adhéré à l'opinion que les élémens des corps étaient sous l'empire d'êtres surnaturels que l'homme pouvait parvenir à dompter ; et les notions sur les fées et les génies, qui ont été dépeintes avec une imagination si vive et sous des couleurs si brillantes, dans les *Mille et une nuits*, semblent avoir été en liaison avec les recherches sur la transmutation des métaux et sur la préparation de l'élixir de vie. Les idées spéculatives des arabes furent plus ou moins adoptées par leurs disciples en Europe. La philosophie des rose-croix dans laquelle les gnomes, les sylphes, les

salamandres et les nymphes représentaient les agens surnaturels qu'on pouvait supposer devoir être dominés par les hommes et soumis à leurs volontés, semble avoir une origine commune avec l'alchimie de ces temps ; et Agrippa, Paracelse et leurs sectateurs déjà nommés, professèrent tous leur croyance à des pouvoirs surnaturels, à un art au-dessus de l'expérience, à un système de connaissances qui ne dérivait point des sens. Ce serait une tâche pénible et infructueuse que de vouloir numérer toutes les absurdités qu'on rencontre dans les opinions et les travaux de cette école. Paracelse seul mérite d'être particulièrement anoté comme ayant le premier, en Europe, publiquement enseigné la chimie ; et ce qui est encore plus important, comme ayant appliqué les préparations mercurielles à la guérison des maladies. Les magistrats de Bâle créèrent une chaire de chimie en faveur de leur compatriote, mais celui-ci quitta bientôt une occupation qui assujétissait à une besogne régulière, et préféra de passer sa vie à se promener de pays en pays, cherchant et dévoilant des secrets. Il se vanta de pouvoir, par ses remèdes, transmettre l'immortalité à d'autres, et il mourut lui-même, en 1541, (*) à Saltzburg, âgé seulement de 49 ans.

L'enthousiasme de cet homme suppléa jusqu'à un certain point à son manque de génie. Il inventa un grand nombre de nouvelles préparations métalliques qui furent

(*) Dictionnaire historique de Moréri, tom. VIII. pag. 63.

étudiées et utilisées par ses disciples. La critique exagérée de la méthode des anciens et des systèmes de son temps contribuèrent à diminuer beaucoup sa vogue. Chez lui, l'une erreur fit place à l'autre; mais c'est déjà avoir fait un grand pas vers la vérité que de savoir qu'on a été dans l'erreur.

Van Helmont, de Bruxelles, naquit en 1588 (*). Il fut formé à l'école de l'alchimie, et son esprit fut entaché des préjugés de ses maîtres; cependant, ses vues concernant la nature et les élémens des corps se distinguèrent par beaucoup plus d'exactitude philosophique et par plus de pénétration que chez aucun des écrivains qui l'avaient précédé.

Il semble avoir eu le premier la conviction qu'il existait des fluides gazeux distincts de l'air atmosphérique, et il mentionna expressément trois de ces fluides, auxquels il donna le nom de gaz, savoir: le gaz aqueux ou la vapeur d'eau, le gaz gras ou l'air inflammable et le gaz du bois ou le gaz acide carbonique. Van Helmont développa quelques idées précises à l'égard de l'élasticité permanente de l'air et sur les effets que ce fluide éprouve de la part de la chaleur; et l'on trouve décrit, dans ses ouvrages, le modèle d'un instrument curieux qui a beaucoup d'analogie avec le thermomètre différentiel (**).

Van Helmont s'est servi d'un terme moins propre et

(*) Dictionnaire historique de Moréri, tom. V, pag. 570.

(**) Van Helmont, Opera omnia, 4.° pag. 61. art. *aër*,

moins

moins intelligible que celui de gaz, savoir *blas*; il y attacha l'idée d'une influence s'émanant des corps célestes, laquelle il supposa être de nature très-subtile et éthérée; et, sur l'idée de son intervention dans les opérations du système planétaire terrestre, il s'efforça de baser la justification de l'astrologie (*).

(*) Van Helmont, Opera omnia, 4.° pag. 61.

Nous devons à la mémoire de notre compatriote de le justifier des reproches que lui fait l'auteur, par une revue succinte des découvertes et des notions exactes qui lui sont dues, qui embrassent le domaine entier de la chimie, et qui, pour la plupart, ont été attribuées à d'autres. Elles effacent, nous l'espérons, quelques légères erreurs qui tiennent aux préjugés de son temps, et parmi lesquels plusieurs sont déjà reconnus comme des vérités. Van Helmont avait anticipé de deux siècles sur les connaissances de son temps, à l'égard du feu, de l'air, des fluides aëriformes, de l'eau et de la terre. Il regarde le calorique comme une qualité abstraite, une force mécanique, qui n'entre pour rien dans la composition matérielle des corps. Il distingue la lumière de la chaleur, et détaille parfaitement l'action de l'une et de l'autre sur les corps. Il connut les altérations que l'air éprouve de la part des corps; il savait que ce fluide change de nature et diminue en volume par l'effet de la combustion et de la fermentation. Il fit observer que la flamme n'était autre chose qu'une vapeur inflammable, et que cette vapeur était un gaz; que, par l'opération du feu, plusieurs parties des corps se changeaient en gaz. Il prêta le premier une grande attention aux fluides aëriformes distincts de l'air, qu'il désigna sous le nom de gaz permanans et il établit une différence entre le gaz azote et le gaz acide carbonique qu'il trouva dans l'air qui avait servi à la combustion du charbon et d'autres corps, qu'il savait exister dans la grotte du chien et autres cavités souterraines, entourer les corps en fermentation dans les caves à vin et à bierre, naître de l'effervescence de plusieurs corps avec les acides, être contenu dans les eaux de Spa et faire partie des flatuosités rendues par l'estomach. Il expliqua la cause de ces phénomènes, et reconnut la part que l'eau avait dans leur production. Il avait appris, par l'expérience, que le gaz car-

glées. Il manqua de critiques sévères capables de tempérer les écarts du génie. Les systèmes de logique, ensei-

---

n'aurait pu régénérer en eau; redevient eau; et ce qu'il dit en général des phénomènes de l'air est de la plus frappante vérité.

Il avait vu la silice se précipiter à l'aide de l'acide nitrique, d'une solution de verre dans l'alcali, et cela dans le rapport exact qu'elle y est contenue. Il savait qu'avec la chaux l'eau peut s'échauffer jusqu'à rougir; que le salpêtre fondu au feu, dans des vaisseaux clos, se résout, partie en liqueur acide et partie en alcali; que l'amalgame de plomb étant échauffé avec du soufre s'enflamme tout-à-coup de lui-même, indépendamment de l'air et sans qu'un corps brûlant en soit approché. Il disait que dans leurs dissolutions, les métaux ne changeaient point de nature, et que le fer, jetté dans de l'eau de cimentation, ne se transformait point en cuivre, mais séparait le cuivre de cette eau; que les métaux ne peuvent être dissous que par d'autres métaux sans perdre leur éclat; que les métaux volatilisés par le feu peuvent être ramenés à leur forme primitive; que de l'arsenic fondu avec du salpêtre se convertit en un sel fixe au feu. Il semble avoir connu le foie de soufre volatil, et il a obtenu, par la distillation des huiles, un acide qui dissout les métaux. Le mode de concentrer le vin par la congélation lui était familier, et il parle de raffiner le sucre en y ajoutant de la chaux et de l'argille. Il a le premier précipité le sous-carbonate d'ammoniaque de sa solution dans l'eau à l'aide de l'esprit de vin. Il apprend à composer du vitriol bleu en répandant du soufre sur du cuivre fondu, jettant le produit, tandis qu'il est encore fluide, et aussitôt que *la flamme est éteinte*, dans de l'eau de pluie, et répétant cette manipulation jusqu'à ce que tout le métal soit dissout dans l'eau. Il prône les vertus médicinales de l'antimoine et du mercure, et recommande ce dernier métal dans les engorgemens du foie. Il dit que la suie contient du sel volatil concret que la vaporisation concomitante de l'eau garantit d'être décomposé, et de l'huile que sa volatilité empêche d'être brûlée; il détaille la nature et le mode d'agir des fermens. Il enseigne à ne pas regarder comme principes constitutifs des corps, les substances qu'on en sépare par une forte chaleur. Il sut que l'estomach, même le plus sain, contient un acide qui fait fermenter les alimens et les transforme en partie en une espèce de gaz; cet acide est au reste converti en sel

gnés dans les écoles, s'appuyèrent plutôt sur des analogies de mots que sur des rapports de choses; et ils étaient plus propres à cacher l'erreur qu'à dévoiler la vérité.

Jusqu'à la renaissance des lettres en Europe, on ne fit aucune tentative pour introduire, dans les sciences, les discussions philosophiques. La propagation des lettres conduisit peu-à-peu les opinions vers le type de la nature et de la vérité. Le manque de succès dans les arts pratiques éveilla l'attention, et la découverte de l'imposture fit naître un scepticisme raisonné.

Les erreurs de l'alchimie furent signalées par Guibert, Gassendi et Kepler. Libavius répondit à Guibert sur un

---

neutre par le minion, par le sel de tartre et par l'alcali qui se trouve dans le foie.

Ceci n'est encore qu'une foible esquisse de la profonde expérience et des hautes conceptions de notre auteur. Son livre est une source inépuisable d'instruction solide, de philosophie méditative et de physique pratique, dans des recherches qui ont embrassé l'univers. C'est lui qui, dans un chapitre intitulé: *Des erreurs de l'école humoristique*, a posé les fondemens du système médical qui a été adopté de nos jours. Il a dit que sans semence des plantes naissent, et que sans œufs des animalcules prennent vie; cela n'est contraire qu'à une sentence d'école et nullement à l'observation; et de ce que les influences sidérales règlent les saisons et gouvernent l'humeur des hommes, il a pu conclure qu'elles peuvent gouverner les évènemens. Voilà son astrologie judiciaire et le visionairisme dont on l'a accusé.

Une édition de Van Helmont, sous le titre de: *Opera Helmontiana expurgata, interpretationibus, additamentisque locupletata*, que l'on prépare, mettront ses découvertes dans tout leur jour.

N. D. T.

ton qui trahit la faiblesse de sa cause : il mourut en 1716, et fut le dernier expérimentateur qui a cru que la transmutation des métaux avait réellement été opérée. Au commencement du 16e siècle, la chimie scientifique fut cultivée, en Europe, par un grand nombre de personnes éclairées. Avant ce temps, une école de métallurgie avait été fondée en Allemagne. George Agricola publia, en 1542, ses douze livres : *De re metallica*, ou des methodes d'extraire et de purifier les métaux usuels. Il eut pour successeur Lazaare Erckern, essayeur général de l'empire germanique, lequel, en 1574, publia des ouvrages pleins de bonnes méthodes pratiques, exposées d'une manière simple et lumineuse. Lord Bacon, par un rapprochement heureux, compara les alchimistes à ces laboureurs qui, voulant chercher un trésor prétendument enfoui dans leur terre, à force de retourner et de diviser le sol, parvinrent à le rendre fertile ; en cherchant des impossibilités brillantes, ils découvrirent quelquefois des réalités utiles ; et, en parlant de la chimie de son temps, il dit qu'il est sorti des fourneaux une nouvelle philosophie qui a confondu tous les raisonnemens des anciens. Cet homme illustre indiqua lui-même plusieurs recherches importantes en chimie ; mais il servit beaucoup plus la science en développant un système général de perfectionnement pour les connaissances naturelles. Jusqu'à lui, on n'avait eu aucune idée précise sur l'art de faire des expériences et de recueillir les observations. Lord Bacon fit voir combien peu les efforts de l'esprit, sans des secours accessoires, pouvaient effectuer, et combien était faible la conception même la plus

forte sans les ressources de l'art. Il tourna l'attention vers les instrumens propres à aider les sens et à examiner les corps sous de nouveaux rapports. Il enseigna que l'homme n'était que le serviteur et l'interprète de la nature, capable seulement de découvrir la vérité en l'observant et en imitant ses procédés; qu'il faut recueillir des faits et non établir des raisonnemens; et qu'il convenait de chercher les matériaux pour un véritable système de connaissances, non dans les livres des anciens, non dans les théories métaphysiques ni dans les visions des hommes, mais dans cette portion de l'univers qu'on peut contempler et sentir.

Quoique Van Helmont se fut formé quelques idées justes à l'égard des propriétés de l'air, ses vues cependant furent entremêlées de spéculations vagues et obscures, et c'est proprement aux principes de Gallilée que sont dues les vraies notions sur les qualités et les effets mécaniques des fluides aériformes. Après que Torricelli et Paschal eurent fait connaître la pression et la pesanteur de l'air atmosphérique, la recherche de ses effets, dans les opérations de la chimie, devint un problème naturel.

Jean Rey est ordinairement noté comme le premier qui ait fait voir par l'expérience que l'air se fixe dans les corps pendant leur calcination; mais il paraît, d'après les ouvrages de cet homme pénétrant et instruit, qu'il raisonna plutôt d'après les travaux des autres que d'après ses propres observations. Il cite Faschius, Libavius, Cisalpin et Cardan comme ayant reconnu l'augmentation de poids que le plomb acquiert pendant sa conversion en

chaux (*), et il rapporte une expérience de Hommerus Poppius, d'après laquelle de l'antimoine qui avait été calciné par le moyen d'un verre ardent, nonobstant la perte que la vaporisation lui fit éprouver, se trouva plus pesant après qu'avant cette opération.

Rey tourne en ridicule les différentes opinions des alchimistes à l'égard de ce phénomène, et il l'atttribue à l'union de l'air avec le métal. Il suppose que l'air peut se combiner avec d'autres corps que les métaux, et il dit clairement qu'il peut être expulsé de l'eau.

Les observations de Rey semblent n'avoir aucunement éveillé l'attention de ses contemporains. L'esprit philosophique commençait seulement à s'introduire en chimie, et les expérimentateurs dans cette science, occupés uniquement de leurs procédés propres, étaient peu disposés à écouter les raisonnemens d'un homme qui embrassait l'ensemble de la science; cependant, quoique les formes les plus actives de la matière fussent négligées dans les procédés des chimistes-praticiens de ce temps, et que par conséquent ils ne purent se former aucune idée juste à leur égard, néanmoins ils découvrirent une infinité de faits importans au sujet des combinaisons et de la réaction entre les corps solides et fluides. Clauber à Amsterdam, fit connaître, vers 1640, plusieurs sels neutres et beaucoup de composés de substances métal-

(*) Sur la recherche de la cause par laquelle l'étain et le plomb augmentent de poids quand on les calcine. A Bazas, 1630.

liques et végétales. Kunckel, en Saxe et en Suède, pratiqua avec un très-grand succès la chimie technique; il fut le premier qui fit quelques expériences scientifiques sur le *phosphore*, que Brandt avait par hasard découvert en 1669 (*). Barner en Pologne et Glaser en France publièrent des ouvrages élémentaires sur la chimie; Borichius en Danemarck, Bohn à Leipsig et Hoffmann à Halle, se livrèrent avec beaucoup de zèle et de succès à des recherches sur des objets particuliers de la science; et Hoffmann fit le premier essai d'une analyse chimique des eaux minérales.

Vers le milieu de ce siècle, on se livra également à des recherches mathématiques et physiques dans toutes les parties du monde civilisé, et avec un enthousiasme jusqu'alors inconnu. La nouvelle méthode de perfectionner les connaissances en recueillant des faits fit qu'un certain nombre de collaborateurs se réunit pour la même recherche. On s'apperçut que l'ensemble de la nature restait encore à approfondir; qu'il fallait se partager cet ensemble, et qu'à chaque partie, en particulier, il était attaché assez d'utilité et de gloire, et que le tout n'en tendrait pas moins au but commun, qui était les progrès et le perfectionnement des connaissances humaines. Il se forma en Italie, en Angleterre et en France des corps savans ayant pour but un échange de vues, la répartition des travaux, le concours des efforts dans l'entreprise des nouvelles expériences et l'accroissement, ainsi que la propagation des connaissances acquises.

(*) Homberg, Mém. de l'acad. de Paris. tom. X. pag. 58.

L'académie Del-Cimento fut établie, en 1651, sous la protection du duc de Toscane; la société royale de Londres se forma en 1660; l'académie royale des sciences de Paris, en 1666; et un grand nombre d'hommes célèbres, qui ont porté la lumière dans les différentes branches des sciences, furent ainsi réunis ou formés dans ces nobles établissemens. L'ardeur des recherches scientifiques était excitée et entretenue par une sorte de sympathie; le goût s'épura par la discussion et par la comparaison des idées. La certitude que les découvertes utiles seraient appréciées et encouragées, était un stimulant pour le zèle; et un champ fut ouvert à tous les genres de recherches et à l'exercice libre et illimité des facultés de l'esprit.

Boyle, Hooke et Harre furent les premiers chimistes-praticiens attachés à la société royale de Londres; quelques années plus tard, Homberg, Geoffroy et les deux Lemery se distinguèrent en France dans la même carrière. Otto de Guericke, de Magdebourg, inventa la pompe pneumatique; et cet instrument, corrigé par Boyle et Hooke, devint un moyen important pour les recherches sur les propriétés de l'air (*). Boyle et Hooke (**) conclurent de leurs expériences que le concours de l'air était indispensable à la combustion et à la respiration; et ils reconnurent qu'une partie seulement de l'air était soustraite dans ces procédés; et Hooke fut con-

(*) Boyle's Worcks. vol. IV, pag. 90.

(**) Hooke's Micrographia. pag. 45, 104, 105.

duit à la conclusion ingénieuse que cette partie de l'air était identique avec un principe existant dans le nitre ; et il établit que la combustion est un procédé chimique dans lequel la matière comburante se dissout dans un fluide élastique ou se combine avec un tel fluide.

Mayow, d'Oxford, publia, en 1674, son traité sur l'esprit nitro-aérien, dans lequel il avança des opinions semblables à celles de Boyle et de Hooke, et il les appuya d'un grand nombre d'expériences curieuses qui lui étaient propres (*) ; mais son ouvrage, quoiqu'empreint d'une grande force d'esprit, est plein d'hypothèses vagues. Il tenta d'appliquer à la physiologie, les connaissances imparfaites de la chimie de son temps ; la méprise fut complette, mais ce fut la méprise d'un homme de génie.

Boyle était un des expérimentateurs les plus actifs, et bien certainement le plus grand chimiste de son temps. Il introduisit l'usage des réactifs, moyens puissans pour découvrir dans un corps la présence d'un autre corps. Il détruisit l'idée, qui alors était dominante, que les pro-

(*) Tract. p. 28. Il a particulièrement enseigné la cause de la calcination des métaux. « Quippe vix concipi potest, unde augmentum illud antimonii, nisi a particulis nitro-aëreis igneisque, inter calcinandum fixis, procedat. »

Peu de temps après, un auteur italien nommé Barberius, dans un ouvrage intitulé : *Spiritûs nitro-aërei operationes in microcosmo*, Bononiæ, 1681, exposa toute la théorie moderne de la respiration, de la chaleur animale, de la combustion, de la portion de l'air atmosphérique que nous appelons gaz oxigène, et de l'oxidation ou la coloration du sang. On n'a rien dit de plus clair sur ces matières. N. D. T.

duits des opérations par le feu étaient les véritables élémens des corps ; il établit un grand nombre de faits importans à l'égard des corps combustibles, des acides, des alcalis et des phénomènes de la combinaison chimique ; cependant, ni lui, ni aucun de ses contemporains n'entreprit d'expliquer, d'après un principe fixe, les changemens que les corps subissent par la combinaison. On déduisit maladroitement ces phénomènes, soit de forces mécaniques, soit de qualités occultes ou d'esprits subtils particuliers ou éthers, qu'on supposa exister dans les différens corps. Et c'est encore au même génie supérieur qui développa les lois du mouvement des astres que la chimie est redevable des premières notions philosophiques distinctes touchant les forces qui font naître les changemens et les transmutations apparentes dans les substances qui appartiennent à notre globe.

Le sucre se dissout dans l'eau, les alcalis se combinent avec les acides, les acides dissolvent les métaux : cela n'a-t-il point lieu, disait Newton, par l'effet de l'attraction entre leurs particules? Le cuivre dissout par l'eau forte est précipité par le fer. N'est-ce pas à cause que les particules du fer exercent une attraction plus forte que celles du cuivre sur les particules de l'acide? et les différens corps ne s'attirent-ils pas avec différens degrés d'énergie (*)? Quelques années après que Newton eût émis ces idées ingénieuses, l'aîné des Geoffroy essaya de déterminer le rapport des forces attractives des corps entr'eux,

(*) Newton's Works, 4.° tom. IV, pag. 242.

et de classer les corps dans l'ordre dans lequel ces forces, qu'il appèle affinités, sont exercées (*).

La chimie avait à peine commencé à prendre la forme d'une science, que l'attention des meilleurs esprits fut détournée par d'autres sujets de recherche. Le même grand homme qui lui appliqua ses premiers principes exacts, retarda jusqu'à un certain point ses progrés immédiats, par suite de ses découvertes importantes en optique, en mécanique et en astronomie.

Ces matières de la philosophie newtonienne, par leur élévation, leur simplicité et leur importance, étaient de nature à devenir un sujet d'étude pour tous les hommes d'un mérite distingué. L'effet qu'ils produisirent sur le monde savant peut être comparé à la sensation qu'éprouve un aveugle qui revoit le jour. Ils excitèrent le plus grand intérêt, et l'admiration la plus enthousiaste absorba, pendant près d'un demi siècle, l'attention des philosophes les plus éminens de l'Angleterre et de la France. Cependant, l'Allemagne continua d'être la grande école de la chimie pratique; et a cette époque elle acquit, dans la philosophie de cette science, une supériorité très-marquée sur tout le reste de l'Europe. Becher, qui naquit à Spire en 1645, après avoir étudié très-attentivement les opérations de la métallurgie et les phénomènes du règne minéral, conçut le projet hardi d'expliquer l'ensemble du système de la terre, en l'attribuant à la réaction et

(*) Mémoires de l'Académie, 1718, pag. 256.

l'échange entre un petit nombre d'élémens; et, supposant l'existence d'une terre vitrifiable, d'une terre métallique et d'une terre inflammable, il tâcha d'expliquer la formation des rochers, des corps crystallisés et des veines métalliques; il admit un échange continuel de principes entre l'atmosphère, la mer et la surface solide du globe et regarda toutes les opérations de la nature comme susceptibles d'être imitees par l'art.

La *Physica subterranea* et l'*Ædipus chemicus* de cet auteur sont des productions très-extraordinaires. Elles déploient les efforts d'un esprit vigoureux et les conceptions d'une imagination extrêmement fertile; mais les conclusions y sont prises avec trop de célérité, et les raisonnemens y sont dépourvus d'une logique rigoureuse. Le but auquel l'auteur tendait était grand, mais ses moyens étaient disproportionnés. Il voulut ériger un édifice parfait et durable sur des fondemens trop peu solides et avec des matériaux en trop petit nombre et trop fragiles, et l'ouvrage, quoique magnifique dans son plan, était grossier, imparfait et faible, et tomba bientôt en ruines.

Becher n'ajouta que très-peu de chose au nombre des faits chimiques connus, mais il perfectionna les appareils, simplifia les procédés, et, par la nouveauté et la hardiesse de ses spéculations, il éveilla dans ses disciples un grand enthousiasme pour les recherches.

Le plus distingué parmi ses disciples a été George-Ernest Sthal, né en 1660, lequel acquit bientôt une

réputation fort au-dessus de celle de son maître, et développa une doctrine qui, pendant près d'un siècle, constitua la théorie chimique généralement adoptée en Europe.

Albert le Grand avait émis l'opinion que les métaux étaient des substances terreuses imprégnées d'un principe inflammable particulier. Becher adopta également ce principe et lui attribua non-seulement la cause de la métallisation, mais aussi celle de la combustibilité, et Sthal tacha par une multitude d'expériences ingénieuses et bien faites d'établir l'existence de ce qu'on appelait le phlogistique, et de prouver son intervention générale et active dans les phénomènes de la nature et de l'art.

Glauber, environ cinquante ans avant que Sthal commença ses travaux, découvrit la combinaison de l'alkali minéral avec l'acide sulfurique, qui porte encore son nom; et Sthal, en opérant avec ce corps, crut avoir acquis la preuve que l'inflammabilité, non-seulement des métaux mais aussi de toutes les autres substances, était due au même principe. Le charbon disparaît ou se consume en entier par la combustion; donc, dit ce philosophe, ce corps doit être du phlogistique presque pur; en échauffant le charbon avec des terres métalliques, ces terres deviennent des métaux; donc, elles sont des composés de terres métalliques et de phlogistique : en échauffant du sel de Glauber, qui est composé d'acide sulfurique et d'alkali minéral, avec du charbon, on obtient un composé de soufre et de cet alkali : donc le soufre est un acide combiné avec du phlogistique. Sthal perdit entièrement de vue l'intervention chimique de l'air dans

ce phénomène ; et quoique Boyle eût prouvé que le phosphore et le soufre ne peuvent brûler sans air, et posé que ce soufre est contenu dans l'acide sulfurique et non l'acide sulfurique dans le soufre, les idées de l'école prussienne n'en furent pas moins admises sans opposition. Des opinions semblables furent professées en France par Homberg et Geoffroy qui les adoptèrent sans égard aux vues des chimistes allemands, et les opposèrent aux opinions plus vraies et plus sages de l'école chimique anglaise.

Quoique se trompant dans ses principes généraux, peu d'hommes ont davantage contribué que Stahl aux progrès de la chimie. Ses procédés furent la plupart bien raisonnés et concluans ; il reconnut un grand nombre de nouvelles propriétés aux alcalis caustiques et aux chaux métalliques, et détermina la nature de l'acide sulfureux. Il parla avec une précision admirable de toutes les opérations de la chimie dans lesquelles des substances gazeuses n'étaient point comprises. Il donna à la science une forme axiomatique, bannissant les détails vagues, les circonlocutions et les descriptions énigmatiques, dans lequelles Becher lui-même s'était trop laissé entraîner. Il travailla dans le sens de l'école baconienne, multipliant les exemples et ne tirant des inductions qu'avec la plus grande réserve, se référant dans tous les cas à ses expériences, lesquelles, quoique loin d'être achevées, étaient cependant beaucoup plus parfaites qu'elles ne l'avaient été avant lui.

Vers l'an 1724, le docteur Hales reprit les recherches

commencées avec tant de succès par Boyle, Hoocke et Mayow, et s'occupa à déterminer les rapports chimiques de l'air avec d'autres substances, et tacha de s'assurer, par des expériences de statique, les cas où ce fluide est, ou dégagé, ou fixé. Il obtint un grand nombre de résultats importans et curieux, mais séduit par l'idée d'un principe élémentaire unique qu'il supposa constituer la matière élastique et se modifier dans ses propriétés par les émanations des corps solides et liquides, il établit peu de conclusions qui fussent en rapport avec la nature délicate de son sujet. Cependant, il réussit à dégager des fluides élastiques d'un grand nombre de substances, et en inféra que l'air formait un élément chimique de plusieurs corps composés, et que la flamme était le produit de l'action et de la réaction entre des particules aériennes et sulfureuses (*).

Vers 1736, le docteur Black publia ses recherches admirables sur les substances calcaires, magnésiennes et alcalines, par lesquelles il prouva l'existence d'un corps gazeux parfaitement distinct de l'air atmosphérique. Il fit voir que la chaux vive différait du marbre et de la craie, en ce que celles-ci contiennent le corps gazeux qu'il déclara être un acide faible, susceptible d'être par les oxides forts expulsé de sa combinaison avec les substances alcalines et terreuses (**).

(*) Hales, Statical Essays, 2e édit. 8.° vol. I, pag 315.

(**) Essays and Observations, physical and literary, vol. I, pag. 159.

Des

Des idées aussi neuves et aussi importantes que celles du philosophe anglais ne furent point admises sans opposition, et plusieurs expérimentateurs allemands entreprirent de les combattre. Meyer s'efforça de démontrer que les pierres calcaires devenaient caustiques, non en laissant échapper une matière gazeuse, mais en se combinant avec un corps particulier contenu dans le feu; cependant la perte de poids que la chaux éprouve dans cette opération, était entièrement irréconciliable avec cette idée; et Bergman à Upsal, Macbride en Irlande, Keir à Birmingham et Cavendish à Londres démontrèrent la justesse des opinions de Black; et il suffit de peu d'années pour établir cette théorie sur des fondemens inébranlables.

La connaissance d'un fluide élastique distinct de l'air conduisit immédiatement à rechercher si d'autres fluides analogues ne se trouvaient pas dans le même cas. On considéra, sous un nouveau point de vue, le procédé de la fermentation que les anciens chimistes avaient remarqué, et ceux à l'aide desquels Hales avait obtenu des fluides élastiques de plusieurs corps; le résultat en fut que l'on découvrit un grand nombre de substances nouvelles ayant des propriétés extraordinaires.

Vers 1765, Cavendish inventa un appareil propre à sceller les fluides élastiques par l'eau, lequel a été depuis appelé appareil hydropneumatique. Il découvrit l'air inflammable et décrivit ses propriétés; il détermina les poids spécifiques de l'air fixe, de l'air inflammable et de l'air atmosphérique et il fit un grand nombre d'expé-

riences aussi brillantes qu'exactes sur les propriétés de ces corps.

Le docteur Priestley entra, en 1771, dans la même carrière de recherches; et ce fut principalement en répétant les procédés de Hales qu'il parvint à enrichir cette branche de la chimie d'un grand nombre de faits du plus grand intérêt. Il découvrit l'air nitreux, l'oxide nitreux et l'air déphlogistiqué; et, en substituant le mercure à l'eau dans l'appareil pneumatique, il reconnut l'existence de plusieurs fluides aëriformes qui sont promptement absorbés par ce liquide, et de quel nombre sont l'air acide muriatique, l'air sulfureux et le gaz ammoniacal.

Pendant qu'en Angleterre une nouvelle branche de la science faisait ces rapides progrès, la chimie des corps solides et liquides était cultivée en France et en Allemagne avec autant de zèle que de succès, et Macquer, Rouelle, Margraff et Pott étendirent considérablement les connaissances à l'égard des corps minéraux et des propriétés des métaux. Bergman en Suède émit des idées plus exactes sur la force des attractions chimiques; et, par un raisonnement heureux, il généralisa plusieurs des nouveaux phénomènes de la science; et dans le même pays, Scheele, sans rien connaître des travaux de Priestley, découvrit plusieurs des mêmes substances gazeuses que ce physicien; il détermina la composition de l'air atmosphérique et fit connaître l'acide fluorique, l'acide prussique et la substance qui a été improprement nommée gaz oximuriatique.

Black, Cavendish, Priestley et Scheele sont sans con-

tredit les chimistes du 18me siècle qui ont fait le plus de découvertes, et le mérite de chacun d'eux est indépendant, particulier et très-éminent. Black fit moins d'expériences originales qu'aucun autre de ces chimistes, mais étant le premier entré dans la nouvelle carrière, il eut de plus grandes difficultés à surmonter; ses méthodes se distinguent par leur simplicité, ses raisonnemens, par une admirable précision, et sa manière modeste, claire et sans affectation est très-propre à convaincre de l'exactitude de ses procédés ainsi que de sa bonne foi et de la vérité de ses assertions.

Cavendish posséda des connaissances étendues dans la plupart des branches de la physique. Il apporta dans ses recherches chimiques une délicatesse et une précision que personne après lui n'a surpassées. Profondément versé en mathématiques, il discuta les résultats de ses expériences avec la réserve d'un géomètre; et l'on peut dire de lui ce qu'on n'oserait peut être dire d'aucun autre, que tout ce qu'il entreprit sortit parfait de ses mains. Ses procédés portaient tous un caractère de fini qui dénotait le grand maître, et ils ne laissaient rien à désirer; et les progrès des découvertes n'ont rien ôté à la valeur de ses premiers travaux, dont le mérite a encore été rehaussé par le temps et la discussion.

Le docteur Priestley commença le cours de ses découvertes sans posséder une connaissance générale de la chimie et en faisant usage d'un appareil très-imparfait. Il se signala par un zèle ardent et par le travail

le plus infatigable. Il soumit aux agens chimiques toutes les substances qu'il put se procurer, et publia ses résultats tels qu'il les avait obtenus, sans les accompagner d'aucun raisonnement et sans les classer d'après une méthode scientifique; ses hypothèses reposaient ordinairement sur de simples analogies, mais il n'eut jamais de peine à y renoncer; ayant été conçues sans efforts, elles furent abandonnées sans regret. Il professait au plus haut degré la bonne foi et l'amour de la vérité; ses manipulations, sans avoir jamais été très parfaites, étaient néanmoins toujours simples et souvent ingénieuses. La chimie lui doit quelques-uns de ses meilleurs instrumens de recherche et plusieurs de ses composés les plus usités; et personne n'a découvert autant de substances nouvelles et curieuses que lui.

Scheele possédait à un point éminent le don de faire des découvertes; tous ses travaux sont entrepris avec un but déterminé et appuyé sur des analogies heureuses et hardies. Il dut peu au hasard ou à des circonstances accidentelles. Né dans une condition médiocre, et fortement adonné aux occupations de son état, rien ne put dompter l'ardeur de son zèle, ni éteindre le feu de son génie. Avec de petits moyens, il exécuta de très-grandes choses. Aucune difficulté ne l'effraya quand il s'agissait de soumettre ses idées à l'épreuve de l'expérience; et lorsqu'il arriva que, par l'effet de l'imperfection de ses instrumens, ou par le peu d'avancement de la recherche, il fut trompé dans ses vues, il n'hésita jamais de renoncer à des opinions qui étaient contredites par les faits. Il était éminemment doué de

la candeur qui distingue les grands esprits et qui les porte à se réjouir autant de la découverte de leurs erreurs que de celle de la vérité. Ses écrits sont des modèles surprenans de la manière dont on doit se livrer à des recherches expérimentales ; et ils contiennent des détails sur quelques-uns des phénomènes les plus importans et les plus brillans de la philosophie chimique.

La découverte des gaz qui formaient une nouvelle classe de corps beaucoup plus actifs qu'aucuns autres, dans la plupart des phénomenes de la nature et de l'art, ne pouvait manquer d'avoir une influence sur l'ensemble de la théorie de la chimie. Des anciennes doctrines furent de nouveau examinées, et pendant que quelques-uns proposèrent seulement des modifications, d'autres rejetant les hypothèses antérieures, tentèrent d'établir de nouvelles généralités.

L'idée d'un principe particulier d'inflammabilité était si fortement enracinée dans les écoles de la chimie, que pendant longtemps on a cru que même la connaissance de la composition de l'atmosphère pouvait se concilier avec elle ; et l'on supposait que la partie de l'air atmosphérique qui est absorbée par les corps en combustion, devait son effet à cet affinité avec le phlogistique.

Tous les chimistes modernes qui firent des expériences sur la combustion, trouvèrent que les corps en brûlant augmentaient de poids, et qu'aucune perte de matière n'avait lieu ; d'où on devait conclure contre

l'opinion de Stahl, que pendant la combustion le phlogistique n'était point dégagé, mais restait avec le corps combustible après que celui-ci eut absorbé la matière gazeuse de l'air; au reste, qu'est-ce que le phlogistique ? était une question qui devait être fréquemment agitée; on avait vu de l'air inflammable se dégager pendant la dissolution de quelques métaux et pendant la distillation de plusieurs corps combustibles; on considéra en conséquence ce corps si léger et si subtil comme le principe de l'inflammabilité; et Cavendish, Kirwan, Priestley et Fontana étaient les illustres défenseurs de cette hypothèse si ingénieuse.

En 1774, Bayen (*) fit voir que le mércure converti en une sorte de chaux ou de terre, au moyen de l'absorption de l'air, pouvait être révivifié sans l'addition d'aucune matière inflammable et il en conclut qu'il était superflu de supposer l'existence d'un principe particulier d'inflammabilité pour rendre raison de la calcination des métaux.

Environ vers cette époque, Lavoisier embrassa le même sujet, après s'être pendant quelque temps occupé à répéter les expériences des chimistes anglais. Bayen n'émit aucune opinion concernant la nature de l'air fourni par la chaux de mercure. En 1775, Lavoisier fit voir que cet air, que plus tard il nomma oxigène, soutenait plus efficacement que l'air atmosphérique la

(*) Journal de Physique; 1774, pag. 288.

flamme des corps en combustion et la respiration des animaux ; le même air avait été extrait, une année avant, par Priestley et par Scheele, d'autres substances métalliques, et ils l'avaient spécialement décrit. (*)

Lavoisier découvrit que le même air qui se dégage pendant la calcination des pierres calcaires, est produit pendant la réduction des chaux métalliques à l'aide du charbon ; il en conclut que ce fluide élastique était composé d'oxigène et de charbon ; et il inféra de ses expériences sur l'acide nitreux et sur l'huile de vitriol, que l'oxigène entrait dans la composition de ces corps.

Le docteur Black a démontré par une suite de belles expériences que lorsque des gaz sont condensés, ou lorsque des liquides sont convertis en solides, il se produit de la chaleur ; pendant la combustion, des substances gazeuses prennent le plus souvent une forme solide ou liquide. Le gaz oxigène, dit Lavoisier, paraît être composé de la matière de la chaleur et d'une bâse particulière ; dans l'acte de la combustion, cette bâse s'unit au corps combustible et la chaleur s'en sépare ; il est donc inutile, dit ce subtil physicien, de supposer l'existence d'aucun phlogistique, d'aucun principe particulier d'inflammabilité, car on peut expliquer tous les phénomènes sans cette supposition.

(*) Journal de Physique 1789, discours préliminaire ; M. de la Metherie a donné une revue admirable des progrès concernant les recherches sur les gaz. Voyez pag. 24 et suiv.

Lavoisier doit être regardé comme un des chimistes philosophes les plus sublimes du dernier siècle. En effet, si l'on en excepte Cavendish, aucun expérimentateur ne peut lui être comparé pour la sévérité de la logique, l'extension des vues et la sagacité des conséquences. Ses découvertes ne furent point nombreuses, mais il raisonna avec une précision extraordinaire sur les travaux des autres. Il apprit à ne procéder que par poids et mesure, et introduisit dans les expériences une exactitude rigoureuse de manipulation. Son esprit était exempt de préjugés; ses combinaisons avaient un caractère éminemment philosophique; et dans ses recherches sur les matières pondérables, il parcourut à pas mesurés la véritable route de l'expérience, ne suivant que des analogies légitimes et n'attachant du prix aux hypothèses qu'autant qu'elles étaient en rapport direct avec les faits.

La doctrine de Lavoisier avait à peine pris naissance qu'elle reçut une confirmation importante par les deux grandes découvertes de Cavendish à l'égard de la composition de l'eau et de celle de l'acide nitrique, et par les recherches aussi exactes que brillantes de Berthollet sur la nature de l'ammoniaque, lesquelles découvertes firent voir que des phénomènes, que jusqu'alors on avait considérés comme anomaliques, dépendaient de la combinaison de substances aériformes entr'elles.

Cependant la doctrine du phlogistique continua d'être soutenue, pendant près de 20 ans, par quelques chimistes en Allemagne, en Suède, en Angleterre et en

Irlande. En 1784, Cavendish traça un paralelle entre l'hypothèse qui admet que tous les corps combustibles renferment de l'air inflammable, et la doctrine suivant laquelle ces mêmes corps sont considérés comme des substances simples, dans un mémoire également remarquable par la précision des vues et par l'accuratesse et la finesse des faits; et l'adoption d'une matière de la chaleur conformément aux idées de Lavoisier lui parut encore plus hypothétique que celle d'un principe de l'inflammation. Il conclut que les phénomènes peuvent être interprétés d'après l'une et l'autre théorie; mais il préfère les vues anciennes d'après lesquelles, dit il, quelques unes des opérations de la nature peuvent être plus heureusement expliquées.

De Morveau, Berthollet et Fourcroy, en France, Guillaume Higgins et le docteur Hope, en Angleterre, furent les premiers à se déclarer en faveur de la chimie antiphlogistique. Tôt ou tard cette doctrine, qui n'était que l'expression des faits, dut prévaloir sur celle qui n'exprimait qu'une opinion. La partie particulièrement importante de la théorie de Lavoisier consistait dans la classification des faits relatifs aux combinaisons de l'oxigène : la manière de voir que l'école de France adopta, la conduisit à admettre comme simple tout corps qui n'avait pas été décomposé; et malgré qu'on commit des erreurs par rapport aux résultats des expériences sur la nature des corps, cependant ce principe, conforme à la logique et à la saine philosophie, ne fut pas violé; et la manière systématique dont il fut soutenu, contribua efficacement aux progrès de la science,

Avant 1786, on n'avait fait aucune tentative pour réformer la nomenclature de la chimie ; on se servit jusqu'à cette époque des noms qu'avaient donnés aux substances ceux qui les avaient découvertes. Quelques-uns de ces noms qui prirent naissance parmi les alchimistes, étaient de l'espèce la plus barbare, tandis que d'autres offraient une signification assez déterminée ; mais le plus grand nombre reposait sur de simples analogies et sur de fausses vues de théorie. Plusieurs chimistes, et particulièrement l'illustre Bergman, sentirent qu'une réforme dans la nomenclature chimique était devenue indispensable, et, en 1787, MM. Lavoisier, De Morveau, Berthollet et Fourcroy mirent au jour un plan de réforme presque générale de tous les noms de la science, qu'ils fondèrent sur le principe de nommer les corps simples par des noms tirés de leurs qualités les plus apparentes, et les corps composés, par les noms réunis de leurs élémens.

La nouvelle nomenclature fut promptement adoptée en France, et admise avec quelques restrictions en Allemagne : et après de longues discussions et une opposition opiniâtre, elle devint également le langage d'une génération naissante de chimistes en Angleterre. Elle contribua efficacement à répandre la doctrine antiphlogistique et facilita en même temps l'acquisition de la science, et plusieurs de ses parties furent combinées d'une manière ingénieuse et qui répondait à la célébrité de ses auteurs ; mais un coup-d'œil rapide sur les principes philosophiques du langage convaincra

que ses bâses étaient imparfaites et que le plan suivi n'était point adaptable à une branche de connaissances qui sont susceptibles de perfectionnement. La simplicité et la précision doivent former le caractère d'une nomenclature scientifique ; les termes doivent exprimer des faits ou des analogies de faits, et non des opinions. Si l'on connaissait avec certitude les divers élémens des corps, le principe adopté par Lavoisier aurait été d'une application admirable ; mais une substance qui, dans un temps, est regardée comme simple, est, dans un autre temps, reconnue pour composée et *vice versâ*. Une nomenclature théorique est sujette à des changemens continuels ; le terme d'*acide muriatique oxigéné* n'est pas moins impropre que celui d'*acide marin dephlogistiqué*. Chaque école se croit dans le vrai principe ; et si chaque école s'arroge le droit de changer les noms des substances chimiques d'après de nouvelles idées sur leur composition et leur décomposition, il ne poura y avoir de stabilité dans la langue de la science ; et l'inexactitude comme la confusion ne cesseront d'y régner. Des corps ayant entre eux de la ressemblance, doivent toujours être classés ensemble, et l'on peut supposer que leur composition est la même. Les noms de métaux, de terres, d'alcalis, sont applicables aux corps qu'ils représentent et sont indépendans de toute vue spéculative, tandis que les termes oxides, sulfures et muriates, reposent sur des énoncés de composition, et quelques-uns de ces énoncés ont déjà été reconnus fautifs. La méthode la moins inconvenable de donner une forme systématique au langage d'une

science, semble être d'exprimer les analogies entre les substances par des signes communs, à l'aide desquels on commence ou l'on termine les mots; ainsi, de même que les métaux ont été distingués par une terminaison en *on* telle que *Auron*, leur état. calciforme ou d'oxide, aurait pu être désigné par une terminaison en *a*, telle que *Aura*, et aucuns progrès dans la science, quelqu'importans qu'ils eussent été, n'auraient pu nécessiter un changement dans cette manière de nommer. Au reste, le principe d'une nomenclature doit toujours être très-limité. Il n'est presque pas possible de représenter par des noms, des corps composés de cinq ou six élémens, et cependant, c'est dans des cas aussi difficiles qu'un nom comprenant une vérité chimique serait particulièrement précieux.

La nouvelle doctrine de la chimie était, avant 1795, déjà admise par la plupart des chimistes expérimentateurs zélés d'Europe, et l'adoption d'un mode exact de raisonner, jointe à une manière perfectionnée d'opérer, ne conduisit pas seulement à la découverte de nouvelles substances, mais aussi à une connaissance plus correcte des propriétés et de la composition des corps déjà précédemment connus.

On entreprit de nouvelles recherches sur toutes les productions de la nature et sur l'immense variété d'objets des règnes minéral, végétal et animal qui peuvent être soumis aux expériences chimiques.

L'analyse des substances minérales d'abord commen-

cée par Pott à l'aide du feu, ensuite continuée par Margraaf, Bergman, Bayen et Achard à l'aide des menstrues acides et alcalins, fut encore bien plus perfectionnée par les travaux de Klaproth, Vauquelin et Hatchett. Au commencement du 18e siècle, Hoffman (*) fit remarquer la nature particulière de la magnésie; Margraaff (**), environ cinquante ans plus tard, établit une distinction exacte entre les terres siliceuse, calcaire et alumineuse. En 1774, Scheele découvrit la baryte; en 1788, Klaproth (***) fit connaître la zircone; Hope, (****) en 1791, la strontiane; Gadolin (*****), en 1794, l'ittrie; et Vauquelin, en 1798, la glucine.

Les anciens chimistes ne connurent distinctement que sept métaux, savoir l'or, l'argent, le mercure, le cuivre, l'étain et le fer. Le zinc, le bismuth, l'arsenic et l'antimoine, quoique mentionnés par les auteurs grecs et romains, ne furent néanmoins employés que dans quelques combinaisons; et c'est aux alchimistes que nous sommes redevables de leur constitution sous la forme de régules ou de métaux réduits.

Dès le seizième siècle, le cobalt fut employé en Saxe pour teindre le verre en bleu; mais le métal réduit resta inconnu jusqu'au temps de Brandt, cé-

(*) Opera, tom. IV, pag. 479.
(**) Opuscules, tom. II, pag. 137.
(***) Annal. de chimie, tom. pag. 163.
(****) Edimb. Transact. vol. IV, pag. 45
(*****) Crell's Ann. 1796.

lèbre chimiste Suédois, qui le découvrit en 1733. Cronstedt (*) obtint, en 1751, le nickel. Les propriétés du manganèse qu'en 1770 Kaim (**) avait annoncé comme un métal particulier, furent quelques années plus tard examinées par Scheele et Bergman. Scheele découvrit, en 1778, l'acide molybdique, et Hielm en obtint un métal en 1782, la même année que Muller fit connaître le tellure. Scheele découvrit, en 1781, l'acide tungstique, et immédiatement après, MM. d'Elhuyars en retirèrent un métal. En 1789, Klaproth (***) découvrit l'urane; Gregor (****) donna, en 1791, la première description de l'oxide de titane. En 1797, Vauquelin (*****) fit connaître le chrome, Hatchet (******), en 1781, le colombion; et, peu de temps après, Eckeberg décrivit le même métal sous le nom de tentale Hissinger et Berzelius découvrirent, en 1804, le cerion. En 1749, le platine avait été par Lewis importé en Europe, et, en 1803, Descotils, Fourcroy et Vauquelin annoncèrent y avoir trouvé une nouvelle substance métallique. Cependant, l'examen complet de la nature de ce corps extraordinaire fut réservé à MM. Tennant et Wollaston qui, en 1803 et 1804, n'y découvrirent pas moins de quatre nouveaux métaux, outre le métal qui en fait la principale partie, savoir, l'iridion, l'osmion, le palladion et le rhodion.

(*) Bergm. Opusc. tom. II, pag. 22.
(**) De metallis dubiis, pag. 18.
(***) Journal de physique; 1789, pag. 39.
(****) Ann. de chim. tom. XII, pag. 147.
(*****) Ibid tom XXV, pag. 21.
(******) Philosoph. Transact. 1802.

Les tentatives faites antérieurement à 1720, pour analyser les substances végétales, ne firent que les résoudre dans les prétendus élémens dont les chimistes de ces temps les supposaient composés, savoir, en sels en terres, en phlegme et en soufre. Boerhaave et Newmann en entreprirent l'examen par les menstrues liquides; ce qui fut également pratiqué avec quelque succès par Rouelle, Macquer et Lewis. Dans l'intervalle de temps, entre 1770 et 1780, Scheele fit connaître plusieurs acides végétaux; et, depuis 1780 jusqu'à 1790, Fourcroy, Vauquelin, Deyeux, Seguin, Proust, Jacquin et Hermbstaedt, par une série d'expériences intéressantes, établirent une distinction entre différens principes secondaires des substances végétales et particulièrement entre les extraits, le tanin, les gommes et les résines; et des recherches de cette nature ont été entreprises, avec beaucoup de succès, par Hatchett, Pearson, Schræder, Chenevix, Gehlen, Thomson, Thenard, Chevreuil, Kind, Brande, Bostok et Duncan. La chimie des substances animales a reçu des éclaircissemens importans par plusieurs des mêmes expérimentateurs; et Berzelius, dans un ouvrage concis et spécialement à ce consacré, qu'il publia en 1808, a passé en revue la plupart de leurs résultats, et a ajouté plusieurs faits nouveaux aux faits déjà connus.

Déjà 500 ans avant l'ère chrétienne, Anaxagore avait annoncé que des masses solides tombaient du ciel, et que leur chûte était accompagnée de phénomènes météoriques; cette même opinion a été émise par d'autres

physiciens, grecs et romains, quoique d'une manière vague, et elle a été reproduite dans les temps modernes; mais la plupart l'envisagèrent comme une erreur populaire, lorsqu'en 1802, Howard, examinant scrupuleusement les témoignages produits à l'appui, et analysant les corps supposés tombés du ciel en plusieurs endroits du globe, prouva l'authenticité du fait et fit voir que les produits de cette origine différaient de tout autre produit réputé d'origine terrestre; et depuis lors un grand nombre de phénomènes de cette nature se sont présentés et ont été attentivement examinés.

La doctrine de la chaleur, dont les bâses furent posées dans l'intervalle de 1757 à 1785, par Black, Wilcke, Crawford, Irvine et Lavoisier, a été considérablement développée et éclaircie par les recherches de Pictet, Rumford, Herschel, Leslie, Dalton et Gay-Lussac. Les circonstances dans lesquelles les corps reçoivent et transmettent la chaleur, ont été attentivement observées; et la découverte importante à l'égard de la différente activité physique et chimique des différens rayons solaires sur les corps, et d'une propriété analogue à la polarité reconnue dans la lumière, se trouvent en rapport immédiat avec les plus hautes doctrines de la science des corps, et donnent la perspective de voir s'établir par des analogies parfaites, une connexion étroite entre les lois chimiques et mécaniques de la matière.

Une revue générale de la philosophie de la science fut publiée en 1803 par le célèbre Berthollet, sous le titre

titre de *Statique chimique*; c'est un livre remarquable par les vues nouvelles sur la doctrine des attractions, qu'il renferme, vues qui sont encore un sujet de discussion et qui se trouvent en rapport immédiat avec quelques-unes des conséquences qui ont été déduites de découvertes très-récentes.

A l'époque où la théorie antiphlogistique fut établie, l'électricité n'était presqu'en aucune relation avec la chimie. Les grands résultats de Franklin sur la cause de la foudre ont conduit plusieurs philosophes à penser que certains changemens chimiques, opérés dans l'atmosphère, pouvaient se trouver en liaison avec des phénomènes électriques; et Cavendish, Priestley et Van Marum, ont fait usage de la décharge électrique pour décomposer et faire rougir les corps; mais ce ne fut qu'au siècle de la découverte mémorable faite par Volta, d'un nouvel appareil électrique, laquelle eut lieu en 1800, que des progrès importans furent faits dans les recherches chimiques par le moyen des appareils électriques.

Rien n'avance tant le perfectionnement d'une science que les secours que fournit un nouvel instrument. Les succès différens qu'à différentes époques l'homme a obtenus de ses travaux, sont moins à attribuer à la force naturelle de son génie qu'à la nature particulière des moyens et aux ressources de l'art, dont il s'est trouvé en possession.

Jusqu'à ce qu'on eut des vaisseaux de verre, aucune

manipulation exacte ne pouvait être exécutée en chimie. On eut besoin de la pompe pneumatique pour entreprendre des recherches sur les matières gazeuses; et sans l'appareil de Volta, il aurait été impossible de reconnaître les rapports qui existent entre les polarités électriques et les attractions chimiques.

D'après des recherches commencées en 1800 par MM. Nicholson et Carlisle, et continuées par Cruickshank., Henry, Wollaston; Children, Pepys, Pfaff, Desormes, Biot, Thenard, Hissinger et Berzelius, il parut que différentes substances pouvaient être décomposées par l'électricité; et des expériences que je fus assez heureux d'entreprendre, prouvèrent que plusieurs corps qui, par les moyens ordinaires d'analyse, n'avaient pu être decomposés en d'autres corps, pouvaient l'être par les forces électriques. Par suite de ces succès, il a été démontré que les alcalis fixes et plusieurs espèces de terres étaient des métaux combinés avec de l'oxigène. Par ce moyen, la chimie acquit divers agens nouveaux; et on obtint par leur réaction plusieurs résultats inattendus qui, en même temps qu'ils ont confirmé plusieurs principes de l'école de Lavoisier, en ont détruit d'autres et ont prouvé que les conséquences générales établies par les chimistes antiphlogisticiens étaient très-loin d'avoir anticipé sur les divers progrès que la suite des découvertes pouvait faire faire à la science. Certains corps qui s'attirent chimiquement et se combinent lorsqu'ils sont portés en contact les uns des autres, et que leurs particules peuvent librement se

mouvoir, manifestent, aussi long-temps qu'ils conservent leur état d'aggrégation, un phénomène que l'on peut appeler polarités électriques; et à l'aide de certaines combinaisons, ces polarités peuvent être considérablement fortifiées; alors elles deviennent propres à opérer des combinaisons chimiques, et par le moyen des arrangemens électriques, les parties constituantes des corps se laissent séparer dans un ordre régulier et dans des proportions déterminées.

Les corps se combinent avec une force qui, dans plusieurs cas, est en rapport avec les facultés de faire naître, au contact, des polarités électriques; et de la chaleur seule, ou de la chaleur et de la lumière, sont produites en proportion de l'énergie avec laquelle la combinaison se fait. Dans plusieurs cas et sans qu'il se fixe une substance gazeuse, il se manifeste une vive inflammation; et ce phénomène arrive dans beaucoup de circonstances sans que de l'oxigène libre ou combiné y concoure.

Des expériences faites par Richter et par De Morveau, ont fait voir que lorsqu'il y a échange d'élémens entre deux sels neutres, il n'y a jamais un excès, soit d'acide, soit de bâse; et la même loi semble en général s'appliquer aux doubles décompositions. Lorsqu'un corps se combine avec un autre corps, dans plus d'une proportion, la deuxième proportion semble être quelque multiple ou une partie aliquote de la première; et cette circonstance, qui fut remarquée et ingénieusement développée par M. Dalton, conduisit ce chimiste à

adopter l'hypothèse atomique à l'égard des changemens des corps, que, déjà en 1789, M. Higgins avait habilement soutenue, et d'après laquelle les élémens chimiques consistent en des particules indestructibles, lesquelles s'unissent une à une ou une à deux, ou en nombres quelconques déterminés.

Soit que la matière consiste en corpuscules indivisibles, soit qu'elle se compose de points physiques doués d'attraction et de répulsion, les mêmes déductions peuvent être tirées à l'égard des forces par lesquelles ils agissent, et les quantités dans lesquelles ils se combinent; et ces forces semblent pouvoir être mesurées d'après leurs rapports électriques, et les quantités sur lesquelles ils agissent, pouvoir être exprimées par des nombres. Certains corps, en se combinant, deviennent des solides réguliers, et le génie de Haüy a su réduire à un petit nombre de formes primitives les différentes espèces d'agrégés crystallins. Les lois de la cristallisation, celles des proportions déterminées et celles autres des polarités électriques, semblent se trouver en connexion étroite entr'elles; et le développement complet de cette connexion marquera probalement l'âge mûr de la chimie.

Je laisserai à un historien de la science, qui viendra après moi, l'agréable tâche de tracer le mérite de chacun des physiciens-chimistes, aujourd'hui vivans, en particulier; car il serait peu délicat de vouloir s'ériger en arbitre de ses contemporains, lors même qu'on n'aurait que des louanges à distribuer. La juste célébrité de ceux qui ont éclairé la chimie par des expériences nou-

velles et exactes, ne peut manquer d'être généralement reconnue ; et il ne peut y avoir qu'un seul jugement à l'égard des faits nouveaux qui sont publiés, car les faits sont indépendans de mode, de goût et de caprice, et ne sont soumis à aucune règle de critique. Ils ont même peut-être plus de valeur lorsqu'ils contredisent que lorsqu'ils confirment des doctrines reçues, car nos théories ne sont que des approximations de la connaissance réelle des choses; et, dans les recherches physiques, le doute produit ordinairement le bon effet de donner occasion à de nouveaux travaux, et il conduit dans tous les cas à un développement plus ample de la vérité.

L'esquisse imparfaite que j'ai tracée des progrés de la chimie a dû nécessairement être restreinte à la narration philosophique des découvertes dans cette science. J'aurais rempli plusieurs volumes si j'avais dû exposer dans un ordre historique la manière dont les vérités de la science ont été appliquées aux arts utiles, et les avantages que la société en a retirés. Depuis la première invention de l'art d'extraire les métaux de leurs mines brutes, jusqu'à la connaissance de la liqueur de blanchiment, la chimie n'a pas cessé de favoriser la vie civile et d'améliorer la condition des hommes.

Dans les manufactures de la porcelaine et du verre, dans les arts de la teinture et de la tannerie, elle a donné de l'élégance, de l'agrément et de la commodité aux objets de nos besoins. Dans ses applications à la médecine, elle a détourne les maladies les plus redoutables; et en donnant lieu à la découverte de la poudre à canon

elle a changé les institutions de la société et a rendu la guerre plus indépendante de la force physique, moins personnelle et moins barbare.

C'est en effet dans cette science une double source d'intérêt que, pendant qu'elle touche de près aux grandes opérations de la nature, elle se tient attachée aux procédés les plus vulgaires comme les plus perfectionnés des arts de la société. Il ne s'y découvre jamais de loi nouvelle sans que notre admiration pour la beauté de l'ordre qui régit le système de l'univers, ne s'accroisse; et les substances nouvelles qui se découvrent, deviennent toutes, plus tôt, plus tard, des objets d'utilité, de commodité ou d'agrément pour la vie.

Quand on considère les progrès rapides que la chimie a faits depuis peu d'années, et le grand nombre de praticiens habiles qui la cultivent en ce moment, on ne peut qu'augurer très-favorablement de ses prochains progrès et des applications utiles auxquelles elle donnera lieu. Ses vérités les plus importantes peuvent aujourd'hui être exprimées par des rapports numériques extrêmement simples et que ceux qui étudient la science peuvent facilement s'approprier. Les appareils propres à faire de nouvelles recherches sont aussi chaque jour perfectionnés; ils sont devenus d'un maniement plus facile et d'un prix moins élevé.

Les premières époques d'une science sont toujours marquées par la complication; et les résultats les plus importans sont ordinairement obtenus par les moyens

les plus simples. Un grand nombre de phénomènes chimiques a déjà été soumis au calcul, et il y a tout lieu de croire qu'avant peu l'ensemble de la science pourra être expliqué par des principes mathématiques. La connexité des métaux vulgaires avec les bases des alcalis et des terres; et les gradations de rassemblance entre les bases des dernieres ět celles des acides font entrevoir une identité de constitution entre tous les corps combustibles; et il ne manque pas de faits qui autorisent à ne plus regarder la possibilité de leur décomposition comme une pensée chimérique. Il est contraire à l'ordre habituel des choses que des phénomènes aussi parfaitement en harmonie que ceux qui constituent le système de la terre, puissent dépendre de la grande diversité d'agens qui est admise dans notre système artificiel; et l'on est fondé à prévoir une réduction considérable dans le nombre des corps indécomposés et à s'attendre que les analogies de la nature se conformeront aux opérations perfectionnées des arts. Plus on étudiera les phénomènes de l'univers, plus leurs liaisons deviendront apparentes et plus leurs causes se montreront simples, leur destination sublime, et plus la sagesse et la puissance de leur auteur inspireront d'admiration et commanderont de respect.

Nous ne pensons pas avec l'auteur que l'âge mûr de la chimie soit encore à venir. L'état de la science qui, selon lui, doit marquer cette époque, existe aujourd'hui. Les

élémens des corps paraissent réduits au plus petit nombre possible; savoir, pour la matière brute, à l'oxigène et l'hydrogène, et pour la matière organisée, aux deux mêmes principes et à du calorique. Les rapports de l'électricité avec l'action chimique sont connus. Le fluide électrique, agissant comme chaleur, détermine la composition des corps; agissant comme électricité, il détermine leur décomposition. Dans le premier cas, il augmente la capacité de l'un des corps et l'intensité de l'autre, et par suite, l'activité des deux; dans le second cas, il se combine avec le corps comburant et excite un état négatif, qui oblige le corps à rétrograder vers le positif, et en partie il s'applique sur le corps combustible et lui communique un état positif qui le fait avancer vers le négatif. Les autres rapports électriques consistent en ce que les corps qui se combinent dégagent du calorique, et que ceux qui se décombinent en fixent. L'attraction chimique n'est plus une propriété mais un résultat : c'est l'effet de la faculté combustible qui près de la faculté comburante prend la place de la matière de la combustion, d'où l'engagement entre les corps. Tous les autres rapports sont compris dans ceux-ci; les proportions déterminées sont des faits et non des principes; et la forme crystalline est un état des corps et non une loi; et la science du chimiste n'est que la connaissance des rapports dans lesquels l'hydrogène et le calorique se proportionnent pour la saturation de l'oxigène.

A. D. T.

ÉLÉMENS

DE

PHILOSOPHIE

CHIMIQUE.

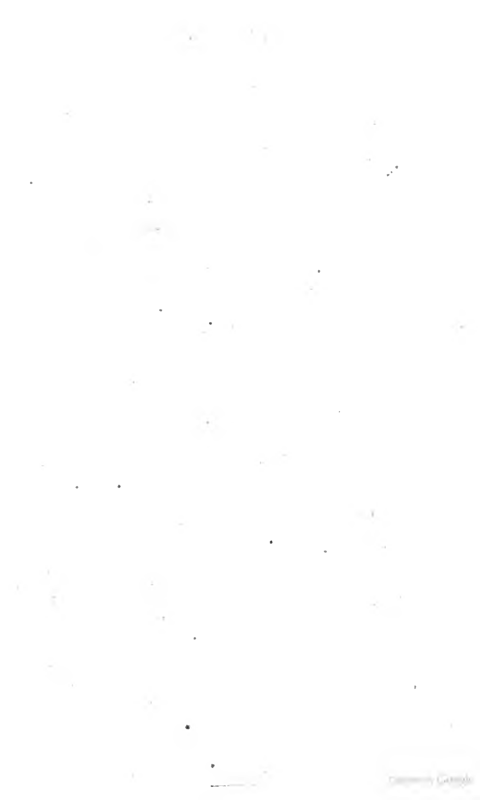
PARTIE I.

SUR LES LOIS DES CHANGEMENS CHIMIQUES,

SUR LES CORPS INDÉCOMPOSÉS

ET

SUR LEURS COMBINAISONS PRIMAIRES.



ÉLÉMENS

DE

PHILOSOPHIE

CHIMIQUE.



DIVISION I.

SUR LES POUVOIRS ET LES PROPRIÉTÉS DE LA MATIÈRE, ET SUR LES LOIS GÉNÉRALES DES CHANGEMENS CHIMIQUES.

I. *Observations préliminaires.*

Les formes et les aspects des êtres et des choses qui couvrent la surface externe du globe sont variés à l'infini, et se trouvent sujets à une continuelle altération. La surface entière du globe éprouve également des modifications. Soumise à l'action de l'humidité et de l'air, elle fournit la nourriture aux plantes. Un nombre immense de productions végétales naît de matières qui sont en apparence les mêmes. Celles-ci passent à l'état de substances animales. Une sorte de matière animale se transforme en une autre. Les formes les plus parfaites

et les plus belles de la vie organisée déclinent au bout d'un certain temps et se résolvent en agrégés inorganiques ; et les mêmes substances élémentaires, différemment disposées, sont répandues dans le sol inerte, ou étalent dans les fleurs le coloris le plus brillant et répandent l'odeur la plus suave, ou bien elles deviennent dans les animaux les organes actifs de l'esprit et de l'intelligence. Des changemens du même ordre se rencontrent dans les opérations de l'art; des substances, ayant le caractère de terres, sont converties en métaux; de l'argile et du sable sont unis de manière à former de la porcelaine ; des terres et des alcalis sont combinés en verre ; des substances insipides deviennent âcres et corrosives ; des couleurs sont fixées sur des étoffes, changées ou enlevées ; en un mot, les productions des règnes minéral, végétal et animal, sont transformées en substances nouvelles, et appropriées aux besoins et à l'agrément de la vie civilisée.

Vouloir traiter en détail de phénomènes aussi diversifiés et aussi compliqués, les distribuer et déduire des lois générales de leurs analogies, serait un travail auquel la vie la plus longue de l'homme le plus laborieux et le plus intelligent serait en vain consacrée. Le commençant, qui a l'avantage de pouvoir se rapporter aux connaissances recueillies par différens individus, en différens temps, peut suivre des méthodes beaucoup plus simples d'acquérir la science, en recourant aux principes généraux qui font connaître les pouvoirs et les propriétés de la matière, lesquels donnent lieu aux phénomènes de la chimie. Il applique ces principes aux actions qui se passent entre les divers corps existans dans la nature ou qui sont produits par l'art ;

il procéde graduellement et se rapporte aux observations, aux expériences et aux analogies distinctes, et passe des changemens les plus simples aux plus compliqués, de manière à dévoiler les lois qui les gouvernent.

Nous avons établi comme probable que la substance du globe, avant son organisation, était composée de parties égales d'oxigène et d'hydrogène, et que son immense masse restée inorganique pouvait encore consister dans les mêmes principes. L'intervention du calorique, en enlevant à cette matière une portion d'oxigène, l'a laissée surcombinée d'hydrogène, et par conséquent transformée en métaux. Ce sont, sous la forme de terres ou métaux oxidés, les substances presque exclusives qui couvrent la surface du globe. Un enlèvement plus ou moins considérable d'oxigène, d'où est résulté une surcombinaison diversement proportionnée d'hydrogène, a donné lieu à la formation des divers métaux. Il est probable que les oxides terreux ne se soient pas formés postérieurement à leurs métaux, mais simultanément avec eux. Il suffit, en effet, que du calorique intervienne dans la combinaison, pour que de la matière primitive à laquelle de l'oxigène avait été enlevé fût transformée en oxide métallique; car un tel oxide est de cette matière désoxigénée pour l'état de métal, sans calorique intimement combiné. Si l'eau avait dû oxider les métaux des terres, en en déplaçant l'hydrogène oxidable et en déposant elle-même du calorique, beaucoup plus d'hydrogène se serait trouvé dans l'air, comme produit de cette immense opération. L'eau au contraire est née de la substitution du calorique à une grande quantité d'hydrogène près de l'oxigène de la matière primitive, et sans doute aussi de l'oxigène enlevé, uni à de l'hydrogène déplacé. L'eau est le seul corps oxidé qui n'a point de base, et c'est la seule combinaison ternaire connue. Le gaz oxigène consiste en parties égales d'oxigène et de calorique, comme la matière primitive du globe consiste en parties égales d'oxigène et d'hydrogène. Il n'y a également que ces deux combinaisons binaires dans la nature: toutes les autres combinaisons sont plus compliquées ou consistent en des composés avec le seul corps simple qui est l'hydrogène, ou avec des corps eux-mêmes déjà composés. Les métaux ont pour principes la combinaison binaire d'oxigène et d'hydrogène, avec ce dernier principe en surcombinaison. Ce sont, avec l'hydrogène, les seuls corps non-oxidés connus, ou les seuls qui contiennent l'hydro-

gène réduit, parce que le principe qui est l'élément de toute combustion doit l'être aussi de toute réduction.

On voit déjà que l'adjonction du calorique à un corps réduit, avec déplacement à demeure d'une quantité relative d'hydrogène, doit faire de ce corps un oxide : c'est probablement ainsi que se sont oxidés les métaux des terres, et qu'à été désengagé l'hydrogène pour la formation d'une partie de l'eau.

Les acides secs hydrogénés, ou le carbone, l'azote, le soufre, le phosphore, le bore et le fluors, ont ainsi pu prendre naissance par des métaux qui se sont oxidés en s'adjoignant inamoviblement du calorique et sans que de l'hydrogène en ait été déplacé à demeure.

De-même l'acide muriatique oxigéné aura pu devoir son existence, soit à un métal fortement déplacé dans son hydrogène, avec demeure en engagement de son oxigène, à l'aide du calorique inamoviblement accédant, ou l'acide muriatique simple a pu être le produit d'une formation immédiate d'eau dans laquelle de la base légérement désoxigénée a été retenue.

Pour éprouver le changement organisateur dans sa matière, le globe a seulement dû se trouver momentanément à une distance du soleil, à laquelle, à l'aide du calorique, de l'hydrogène, a pu être déplacé, ou de l'oxigène enlevé.

II. *Des formes de la matière.*

1. Parmi les vues générales que l'on peut déduire des propriétés des corps naturels, certains rapports autorisent à les distribuer en quatre classes différentes, dont chacune est distincte par des qualités sensibles et constantes.

2. La première classe est composée de *corps solides*, lesquels forment la grande partie de ce qui est

connu du globe. Les corps solides, lorsqu'ils sont en petites masses, conservent une forme quelconque que, par des moyens mécaniques, on parvient à leur donner. Leurs parties sont difficilement séparées, et ne peuvent pas de suite être réunies après leur séparation. Quelques corps de cette nature cèdent sous la pression ; mais, après que l'effort a cessé, ils ne reprennent pas leur première forme : ils sont appelés corps non-élastiques ; d'autres corps qui reprennent leur forme sont appelés corps élastiques. Les corps solides diffèrent entre eux par le degré de leur dureté, par leur couleur, leur opacité ou leur transparence, et par leur densité ou différence de poids sous les mêmes volumes, et lorsque leurs formes sont régulières, ou qu'ils sont cristallisés par la nature de ces formes.

3. La seconde classe est composée de *corps liquides,* dont les variétés sont encore plus nombreuses. Les liquides, lorsqu'ils sont en petites masses, affectent la forme sphérique ; leurs parties jouissent du libre mouvement. Ils diffèrent en densité et ténacité, en couleur, en opacité et en transparence. Ils sont en général regardés comme incompressibles, ou du-moins une force mécanique très-considérable est requise afin de leur faire occuper un espace sensiblement plus petit.

4. Les corps de la troisième classe, ou les *fluides élastiques* ou *gaz,* existent dans l'atmosphère à l'état de liberté ; mais on peut les sceller à l'aide de solides et en même temps de liquides, dans la vue d'en examiner les propriétés. Leurs parties sont très-mobiles ; ils peuvent être condensés et dilatés, et leurs volumes sont l'inverse des poids qui les compriment. Tous les fluides élastiques connus sont transparens, et ils ne se présentent

que sous deux ou trois différentes couleurs. Ils diffèrent matériellement en densité.

5. Outre ces formes de la matière sous lesquelles on peut facilement la soumettre à l'expérieuce, et dont on peut considérer les parties comme étant dans un repos apparent, il existe d'autres formes de cette même matière, que nous connaissons seulement dans leur état de mouvement lorsqu'elles agissent sur les organes de nos sens ou sur d'autres matières, et qui ne sont point susceptibles d'être scellées. On les nomme quelquefois *substances éthérées*, dénomination qui est moins impropre que celle de *substances impondérables*. Il ne peut y avoir de doute que de la matière se meuve dans l'espace entre le soleil, les étoiles et notre globe; mais c'est un sujet de discussion de savoir si des particules qui se succèdent sont émanées par les corps célestes, ou si le mouvement est simplement communiqué par ces corps à des particules qui en sont voisines, et trausmis des unes aux autres par des impulsions successives. La matière éthérée diffère, soit dans sa nature, soit dans la manière dont elle est affectée par le mouvement; car elle produit différens effets comme, par exemple, de la chaleur rayonnante et différentes sortes de lumière.

Les corps éthérés, dont la matière n'appartient point à la planète de la terre, ne peuvent graviter vers elle, ni par conséquent manifester aucun poids. La plupart de ces corps, si pas tous, sont d'émanation solaire, et parviennent au globe par l'effet du parfait ressort dont leurs particules sont douées, et en vertu duquel elles sont relancées dans l'espace, dès l'instant que, dans leur retour vers le soleil, elles arrivent dans une couche assez dense de l'atmosphère solaire pour recevoir une nouvelle impulsion centrifuge, et redevenir lumière, tout comme des particules de calorique qui se dégagent d'un point enflammé, dans un mi-

lieu où leur mouvement est libre, prennent la forme lumineuse sur toute la périphérie du point dégageant où la densité est assez considérable pour cet effet. La lumière lancée par le soleil continue de se mouvoir dans l'espace jusqu'à ce qu'elle rencontre des planètes qui, ou la réfléchissent, et alors elle retourne vers le soleil avec la même vitesse qu'elle en était partie, ou qui l'absorbent plus ou moins complettement, ce qui la modifie partie en électricité et partie en chaleur, suivant la perte de ressort qu'elle éprouve. Dans cet état, elle se combine aux corps suivant leur faculté de la contenir plus ou moins tendue, et inamoviblement jusqu'à ce que l'engagement qu'elle forme soit dissout par une substitution d'hydrogène à sa matière, ou temporairement et en union que la baisse de la température fait cesser; ou bien elle s'applique à la surface des corps, et se trouve empêchée dans son expansion par la force cohibante de l'air dans lequel les corps sont plongés.

La matière de la lumière ainsi modifiée ne cesse de tendre, par un mouvement de gravitation, vers sa planète qui est le soleil, lequel mouvement est opposé à la tendance vers la terre. La chaleur parcourrait librement la ligne de sa gravité, quoique avec un mouvement retardé, aussi long-temps qu'elle est retenue dans l'atmosphère terrestre où elle rencontre des corps qui s'opposent à son passage, si elle n'était presque toujours assimilée par l'air qui la fait servir à sa composition. La partie de l'électricité, qui n'est point assimilée par l'air, s'y décompose en présence du soleil en partie lumineuse et en partie échauffante, et retourne vers cet astre avec des vitesses différentes en raison des élasticités respectives de ces modifications. Le calorique-chaleur étant arrivé aux extrêmes limites de l'atmosphère d'une planète étrangère se livre en liberté à l'impulsion de sa pesanteur, et se rapproche du soleil avec le même mouvement accéléré qu'un corps terrestre qui revient à terre par un milieu non résistant.

De l'affinité, soit de combinaison à demeure, soit de pénétration avec amovibilité spontanée, laquelle est continuellement contrariée par la force centrifuge par rapport à la terre que le calorique exerce sur ces corps, résulte une opposition de tendances à laquelle la matière terrestre doit ses mouvemens, dont les uns mécaniques sont dus à l'affinité de pénétration, et les autres chimiques appartiennent à l'affinité de combinaison. Les premiers mouvemens se régissent par les lois de l'équilibre auquel le calorique est sollicité par un effet de son ressort; et les

seconds ne reconnaissent d'autre impulsion que celle du calorique qui, près de l'oxigène, se substitue à l'hydrogène, ou de l'hydrogène qui s'y substitue au calorique.

Dans tout changement chimique de la matière, où du calorique est engagé à demeure, il doit y avoir présence d'oxigène ; car c'est avec ce seul principe que le calorique peut contracter de l'union. Le caractère d'une pareille union se manifeste par le désengagement de l'hydrogène, soit libre, soit combiné : toute autre combinaison du calorique avec un corps n'est que temporaire, et cesse avec l'incorporation forcée du calorique qui l'occasionne et à mesure que l'hydrogène peut reprendre sa place que d'abord il avait occupée près de l'oxigène du corps.

Les différentes formes de la matière et leurs changemens dépendent de forces actives, telles que la gravitation, la cohésion, la répulsion calorifique ou chaleur, l'attraction chimique et l'attraction électrique, dont les lois doivent etre étudiées avec attention.

III. *De la gravitation.*

1. Une pierre qu'on lance dans l'air redescend rapidement vers la surface de la terre; cet effet est dû à la gravitation. Tous les grands corps de l'univers sont poussés les uns vers les autres, en vertu d'une pareille force. Un boulet de canon lancé dans l'espace, décrit une courbe et finit par retomber à terre. Si l'impulsion que lui communique la poudre à canon acquérait une force suffisante, et que le boulet pût se mouvoir dans un espace non résistant, il continuerait de tourner autour de la terre par l'effet de l'équilibre entre les deux forces de gravité et de projection. La lune et les planètes, comme Newton l'a démontré, sont retenues dans leurs orbites par de semblables lois, et l'harmonie ainsi que l'invariabilité de leurs révolutions en sont des résultats.

2. Les corps gravitent les uns vers les autres ; cependant les corps plus petits le font avec des forces proportionnellement plus considérables que les plus grands, d'où a été tiré l'axiôme que la gravité est en raison directe de la masse : la gravitation forme en effet la mesure de la masse ou quantité de matière.

3. La gravité agit inversement comme le carré de la distance.

IV. *De la cohésion.*

1. En rapprochant deux particules de mercure de manière à se trouver en contact apparent, on les fait réunir en un seul globule. Lorsqu'on plonge dans de l'eau un tube de verre ayant un très-petit diamètre, l'eau s'y élève au-dessus de son niveau : l'un et l'autre de ces effets est attribué à la *cohérence* ou *attraction cohésive*. C'est la même force qui maintient la forme des solides et donne la sphéricité aux liquides ; elle est par conséquent une cause première de la permanence de forme de la surface de la terre. On dit vulgairement qu'elle n'agit qu'à la surface des corps ou à leur contact immédiat ; mais cela ne paraît pas être ainsi. Cette force agit bien certainement avec plus d'énergie à de petites distances ; cependant la forme sphérique de petites portions d'un liquide ne peut être produite que par l'attraction que les diverses parties dont cette portion est composée exercent les unes sur les autres ; et la plupart de ces attractions doivent être exercées à des distances sensibles, de sorte que, malgré tout ce qu'on pourrait avoir à y opposer, la gravitation et la cohésion peuvent n'être que des modifications de la même loi générale d'attraction,

agissante, dans un cas, à des distances qu'on peut facilement mesurer, et dans l'autre cas, produisant ses effets à des distances dont il est difficile de faire l'estimation.

2. Quelques physiciens ont essayé d'expliquer l'*attraction en général*, en supposant l'existence d'une matière inconnue, parcourant l'univers en lignes droites, et par laquelle les corps seraient poussés les uns vers les autres; mais jusqu'à ce que les phénomènes puissent être expliqués d'après une telle supposition, on doit la considérer comme dénuée de preuves, et il n'y a pas de motif de supposer que la matière ne puisse agir à distance; et il est absolument nécessaire, afin de pouvoir rendre raison des mouvemens planétaires, de supposer qu'il existe dans l'univers un espace vide de matière.

V. *De la chaleur ou répulsion calorifique.*

1. Lorsqu'un corps, qui produit sur nos organes la sensation de la chaleur, est mis en contact avec un autre corps qui ne possède pas la même propriété, il résulte de leur action mutuelle que le corps chaud se contracte et perd jusqu'à un certain degré de sa faculté de communiquer la chaleur, et que le corps froid se dilate et acquiert jusqu'à un certain degré cette même faculté.

On peut citer des exemples où cette loi est appliquée à toutes sortes de formes de la matière poudérable. Un cylindre poli d'étain, serrant exactement dans

un anneau, qu'on échauffe jusqu'à ce qu'il fasse bouillir l'eau, cessera de passer par l'anneau et se trouvera élargi dans toutes ses dimensions. Si, dans une bouteille ayant un col tubulé étroit, on échauffe, à un degré sensible au tact, de l'esprit de vin, ce liquide se dilatera et montera dans le col, et si l'on remplit la bouteille d'air, et qu'on la renverse sur l'eau, son col étant rempli de ce liquide, en y appliquant un corps échauffé, l'air se dilatera promptement et forcera l'eau qui est dans le col de la bouteille à descendre. (Voyez planche 1, figure 1.)

2. Différens solides et liquides se dilatent à des degrés très-différens lorsqu'ils sont échauffés par les mêmes moyens.

Le verre est moins dilatable qu'aucun métal; 100000 parties de ce corps portées du degré de la congélation à celui de l'eau bouillante se dilatent de manière à occuper 100083 parties; 100000 parties de platine, dans les mêmes circonstances, se dilatent à 100087 parties. Le même nombre de parties d'or, d'antimoine, de fer coulé, d'acier, de fer, de bismuth, de cuivre, de cuivre fondu, d'argent et d'étain, de zinc laminé et de zinc forgé, se dilatent dans l'ordre suivant : 100094, 100108, 100111, 200112, 100126, 100013, 100139, 100170, 100189, 100238, 100287, 100296, 100308. L'expansibilité des liquides est en général plus considérable que celle des solides. L'alcohol paraît être plus dilatable que les huiles, et les huiles sont en général plus dilatables que l'eau. Cent mille parties de mercure au degré de la glace acquièrent, au degré de l'eau bouillante, 101835.

Tous les fluides élastiques ou les différens airs qui ont été examinés, étant échauffés au même degré, se dilatent de la même quantité, comme MM. Dalton et Gay-Lussac l'ont démontré. Cent parties de chacun de ces airs, étant échauffées du point de la congélation jusqu'à celui de l'eau bouillante, acquièrent environ 1375 parties.

Il est évident que la densité des corps doit diminuer avec leur dilatation; et pour les liquides et les gaz, dont les parties sont mobiles, plusieurs phénomènes importans dépendent de cette circonstauce. Lorsque de la chaleur est appliquée à un liquide ou à un gaz, la partie échauffée change de place et monte, et la partie froide descend et va occuper la place de la première. Par une suite de cet effet, des courans continuels sont déterminés dans l'occéau et dans de grandes pièces d'eau. Dans les climats tropiques, l'eau échauffée monte à la surface de la mer et coule vers des climats plus froids, et ainsi l'eau du courant du golphe *(gulphstream)* est jetée à des milliers de milles de sa source, et des courans profonds passent des parties plus chaudes à celles plus froides de la mer. Le but général de ces déplacemens est de rendre uniforme la température du globe.

Dans l'atmosphère, l'air échauffé se porte sans cesse vers le haut, et l'air froid descend pour venir occuper sa place; ce qui forme la principale cause des vents. Par un effet de la rotation de la terre, l'air qui se porte des pôles vers l'équateur est moins rapidement mû que l'atmosphère par laquelle il passe, et produit un vent d'est; l'air qui passe de l'équateur vers les pôles, ayant plus de mouvement, occasionne un vent d'ouest, et dans ces déplacemens, les différentes par-

ties de l'atmosphère sont mêlées entre elles. Le froid est maîtrisé par la chaleur ; l'air humide de la mer est mêlé avec l'air sec de la terre, et la grande masse de fluide élastique qui entoure le globe est maintenue dans un état approprié aux besoins de l'existence végétale et de la vie animale.

3. Il y a plusieurs exceptions dans la loi relative à la dilatation des corps pendant qu'ils deviennent susceptibles de communiquer la sensation de la chaleur; ces exceptions paraissent entiérement dépendre de certains changemens chimiques dans la constitution des corps, ou des dispositions de leur forme cristalline. Ainsi, de l'argile se contracte considérablement à une forte chaleur, et c'est sur la mesure de ces contractions qu'est fondée la construction du pyromètre de Wedgwood ; mais, dans ce cas, l'argile laisse d'abord échapper l'eau qui lui était unie, et ensuite ses parties cohèrent avec plus de force, et, de lachement agrégées qu'elles étaient, elles deviennent étroitement unies. L'eau se dilate avant de se congéler, et pendant sa congélation son expansion devient considérable ; mais alors elle prend la forme cristalline, et ses parties, pendant qu'elles s'arrangent pour former un solide régulier, laissent probablement entre elles de plus grands interstices que ceux qu'elles occupaient lorsque dans le liquide elles se trouvaient à des distances égales. Ainsi le même poids de matière occupera un espace beaucoup plus grand, lorsqu'elle sera distribuée en un certain nombre d'octaèdres, que lorsqu'elle le sera en un semblable nombre de cubes ou de prismes hexagones; de-même quelques solutions salines qui se cristallisent en prismes se dilatent au moment où elles deviennent

solides : la même chose à lieu avec le fer coulé, le bismuth et l'antimoine.

La dilatation que l'eau prend en se congélant est vue par la circonstance de la glace qui surnage l'eau; et lorsque l'eau, mise dans un vase profond, est examinée au moment de se congeler, on la trouve légérement plus chaude du bas que du haut. Ces effets sont d'une grande importance dans l'économie de la nature. L'eau se congèle seulement à sa surface et là où elle est soumise à l'action échauffante du soleil et des courans d'air chaud, lesquels tendent à la rétablir dans son état de liquidité; et lorsque l'eau s'approche du point de la congélation, elle se met à descendre, et il ne peut se former de glace avant que la totalité de l'eau n'ait atteint le degré de refroidissement auquel elle a sa plus grande densité; et dans les parties profondes de la mer et des lacs, comme sous quelques latitudes septentrionales, la longue durée de l'hiver ne suffit pas pour refroidir l'eau jusqu'au degré de sa conversion en glace.

Il y a une grande différence, sous le rapport des effets, entre le calorique qui, pénétrant la masse d'un corps, en élève seulement la température, et celui qui se combine avec un corps pour en changer la forme et souvent la composition.

J'ai appelé autrefois, le premier de ces deux caloriques, calorique physique, et le second, calorique chimique ; mais l'un et l'autre contracte, avec l'une des parties d'un corps, un engagement stable et qui est toujours en remplacement d'hydrogène ou dans un corps seul, qui est la glace, pour saturer de l'oxigène. Nous aurons à la fin de cet article de l'auteur occasion d'examiner les divers rapports du calorique avec les corps auxquels il se combine ou fait éprouver des changemens.

On doit considérer la glace à O.° R comme de la glace plus froide, qui hydratée par de l'eau est cristallisée à la manière d'un sel. En mêlant de

de l'eau à une certaine température et dans un rapport donné à de la glace refroidie audessous de O°, qui est égale à un sel ou à un oxide métallique soluble, effleuris ou calcinés, il se développe du calorique, déposé par l'eau qui hydrate la glace et s'y combine en eau de cristallisation. Aussi la combinaison se concrète-t-elle dans ce cas, et, si les proportions ont été bien saisies, le corps résultant se trouvera à O°. Ajoutez à ce corps, qui a son complet d'eau d'hydratation, de l'eau à un degré quelconque audessus du point de la congélation, et cette fois du calorique sera fixé, parce que l'eau, en place d'hydrater la glace, la dissoudera, et qu'il est dans la nature de l'eau dissolvante de combiner du calorique, comme il est dans celle de l'eau hydratante d'en déposer ; ce qui dépend de la circonstance que l'eau ne peut hydrater un corps sans que son oxigène en admette l'hydrogène en substitution d'une partie de son calorique, et de ce qu'elle ne peut dissoudre un corps hydraté sans restituer à l'eau d'hydratation le calorique perdu. C'est proprement cette eau et non le corps hydraté, que l'eau dissolvante prend en solution ; et ce corps, dans une matière dissoute, se trouve vraiment hors d'hydratation.

Ce ne sont que les corps hydratés qui peuvent être dissouts, et lorsque des corps secs le sont par l'eau, c'est que leur hydratation et leur solution s'opèrent en même temps. On reconnaît cette production simultanée des deux effets à la température qui reste stationnaire en vertu de la compensation entre le calorique absorbé par l'eau qui dissout, et celui déposé par le même liquide qui hydrate. Il s'opère alors en même temps, et de l'hydratation, et de la solution et déshydratation. C'est parce que les corps dissouts cessent d'être hydratés que dans cet état ils sont si actifs à contracter d'autres engagemens, lesquels sont tous de la même nature ou de substitution d'hydrogène à du calorique, près de l'oxigène des corps. Il n'y a pas d'autre combinaison.

L'eau qui est un composé de 15 d'oxigène, de 13 de calorique et de 2 d'hydrogène, cède, en se congélant, la portion de son calorique que l'air peut lui enlever pour son travail de solution par l'eau, et cette soustraction de calorique la rend oxigénée. L'eau est le seul corps de la nature dont l'oxigène peut perdre du calorique sans recevoir de l'hydrogène à la place. Aussi la glace est-elle la seule substance qui contracte des engagemens sans déposer du calorique, ou sans obliger le corps

qui est engagé à cette déposition. Le gaz acide sulfureux s'hydrate par la glace qu'il liquéfie, sans que la température soit élevée, malgré que l'hydrogène soussaturé de ce gaz se combine avec l'oxigène sursaturant de l'eau.

Ce n'est que l'air, dont l'affinité de solution par l'eau surpasse celle de la glace hydratée, qui peut faire congéler l'eau à peu de degrés sous 0°; ceci explique comment de l'eau enfermée dans une bouteille se congèle infiniment plus tard que lorsqu'elle est en contact libre avec l'air, et ne se congèle qu'après que l'eau d'hydratation ne peut, faute de calorique, rester plus long-temps dissoute par celle de solution. Une pareille eau, comme une solution de sel, se cristallise par une légère secousse qu'on lui fait éprouver. Après quoi l'eau de solution se retire avec le calorique qui l'aidait à dissoudre la glace hydratée. Comme l'eau congélée est de l'eau oxigénée, celle échauffée au-dessus du degré de sa stricte liquidité est de l'eau hydrogénée, et la vapeur d'eau est hydrogénée au plus haut degré dont ce liquide est susceptible sans se décomposer. Cette hydrogénation a lieu par la substitution du calorique à l'hydrogène près de l'oxigène de l'eau, et elle est complète dans la vapeur, mais par du calorique trop faiblement tendu pour laisser séparer ses principes.

C'est à cause de cette hydrogénation que l'eau chaude, et encore plus la vapeur d'eau, dissout si facilement l'eau des corps hydratés, laquelle, par défaut de calorique, est oxigénée, et qu'elle la dissout en quantité d'autant plus grande que l'échauffement met davantage son hydrogène à nu. En effet, quel est l'agent de la solution, si ce n'est l'hydrogène libre de l'eau dissolvante, qui sature l'oxigène également libre ou disposé à le devenir par la retraite du corps hydraté, de l'eau hydratante. Or, plus l'hydrogène se trouvera désengagé, plus la capacité saturante de l'eau sera considérable; et elle l'est d'autant plus que l'eau d'hydratation est moins oxigénée, ou que la moindre hydrogénation du corps hydraté en a déplacé moins de calorique.

Un sel dont l'hydratation déplace peu de calorique d'avec l'eau, excite aussi, en se dissolvant dans ce liquide, peu de froid, et lorsqu'un tel corps se dissout dans de l'eau estimée froide, l'oxigène dépose le calorique sur masse pour intensité.

Les corps hydratés concrets que le feu liquéfie deviennent déplacés dans leur hydrogène près de l'oxigène de l'eau, et se trouvent alors dans l'état interposé à l'eau, que l'on nomme dissout. Lorsque dans ce

cas, la substitution du calorique à l'hydrogène est complète, l'eau re-caloriquée se sépare d'avec le corps, et celui-ci devient hydraté ou sec. Dans un corps de cette nature, liquéfié par la chaleur, l'eau d'hydratation devient eau de solution ; ce qui fait qu'il est liquide. Le calorique, en saturant l'oxigène de l'eau et rendant réduit l'hydrogène du corps, fait cesser l'hydratation et restreint l'adhérence à une interposition de corps dissout.

4. Lorsque des quantités égales de la même substance, échauffée à des degrés différens, sont mêlées entre elles, autant l'une se contracte, autant l'autre semble se dilater. On peut le prouver en secouant ensemble 100 parties de mercure échauffé au point de n'en pouvoir supporter le contact, avec 100 autres parties à la température ordinaire : on doit avoir mesuré d'avance l'espace que l'un et l'autre occupe. Si l'on fait le mélange dans le tube qui contient le mercure chaud, le volume ne sera pas sensiblement changé.

C'est sur l'idée que, dans la communication de la chaleur ou force répulsive d'un corps à un autre, autant l'un corps en acquiert, autant l'autre en perd, que l'on a construit les thermomètres, et que l'on a fondé les doctrines de la température et de la capacité pour contenir la chaleur.

5. Le thermomètre le plus ordinaire est une boule de verre contenant du mercure, et qui est surmontée d'un tube de même substance ayant une ouverture très-étroite. On fait bouillir le mercure afin d'en expulser tout l'air et toute l'humidité qui pourraient y être adhérens. Dès l'instant que le métal bout, on ferme hermétiquement, à la flamme d'une lampe à l'esprit de vin, l'extrémité du tube qu'à cet effet on doit avoir tiré en pointe fine. Afin d'y attacher une échelle, on plonge d'abord la boule dans de la glace fondante, et

l'on marque l'endroit où le mercure s'arrête ; ensuite on la plonge dans de l'eau bouillante, et on pose également une marque à l'endroit où le métal cesse de monter. Sur l'échelle de Fahrenheit, cet espace est divisé en 180 degrés égaux, et on allonge l'échelle en dessus et en dessous du même nombre de degrés : on place le point de la congélation de l'eau à 32°, et celui de l'ébullition du même liquide à 212°; 1.8 degrés de Fahrenheit correspondent à 1 degré du thermomètre centigrade, et 2.25 degrés à 1 degré de Réaumur.

D'autres liquides, tels que l'alcohol, sont quelquefois employés en place de mercure, sur-tout lorsqu'il s'agit de mesurer des degrés de froid audessous de la congélation de ce métal.

On emploie l'air pour construire les thermomètres dits différentiels, lesquels consistent en deux boules de verre pleines d'air et communiquant entre elles par un tube capillaire dans lequel se trouve de l'huile de vitriol. Pour en faire usage, on applique le corps chaud sur l'une des boules, dont l'air alors se dilate et fait passer le liquide dans l'autre boule (*).

6 La *température* est la faculté que possèdent les corps de communiquer ou de recevoir la chaleur ou la force de répulsion, et on dit que la température d'un corps est haute ou basse comparativement à d'autres

(*) La planche 1, figure 2, représente le thermomètre différentiel de M. Leslie ; la figure 3 est copiée d'après Van Helmont. Cet instrument paraît avoir été le premier dans lequel la force expansive de l'air échauffé a été démontrée par son action sur l'air froid.

températures, dans le rapport qu'il occasionne une contraction ou une dilatation de ses parties. Le thermomètre est la mesure ordinaire de la température.

7. Lorsque des volumes égaux de différens corps à des températures différentes sont laissés en contact mutuel jusqu'à ce qu'ils aient acquis la même température, on trouve que cette température n'est pas une moyenne des deux, comme cela aurait été le cas avec des volumes égaux du même corps. Ainsi, lorsqu'une pinte de mercure à 100° est mêlée avec une pinte d'eau à 50°, la température résultante ne sera point 75°, mais environ 70°. Le mercure se trouve avoir perdu 30° pendant que l'eau n'a acquis que 20°. Dans le langage ordinaire des physiciens-chimistes on dit que cette différence dépend de la différente *capacité* des corps pour contenir la chaleur, et l'on dit que cette capacité dans un corps est plus ou moins considérable, suivant que les mêmes quantités de force répulsive ou chaleur, ajoutées ou soustraites, en élèvent plus ou moins la température. C'est sous ce rapport que l'on dit que le mercure a une moindre capacité pour la chaleur que l'eau ; et en adoptant comme données les faits ci-dessus établis, et comparant les poids des deux corps, lesquels sont comme 133 à 1, leurs capacités respectives seront environ comme 19 à 1.

On trouve dans les ouvrages de différens auteurs des tables des capacités relatives des corps : on parlera de cette propriété des corps à mesure qu'on traitera de leurs autres propriétés. En général, il paraît que les substances qui sont le plus expansibles par la chaleur sont aussi celles qui ont les plus grandes capacités. Ainsi les gaz ont en général plus de capacité que les li-

quides, et les liquides plus que les solides; mais on n'a pas encore déterminé l'exact rapport à cet égard.

8. Comme la température des différens corps s'élève et baisse différemment par l'addition ou la soustraction de quantités égales de chaleur, de même ces corps sont affectés et dilatés par la chaleur avec des degrés très-différens de vitesse. En tenant plongés dans la flamme d'une chandelle des cylindres minces d'argent, de verre et de charbon, de même longueur et diamètre, celui d'argent sera promptement échauffé dans toute sa masse, et ne pourra être tenu dans la main, le verre s'échauffera plus lentement, mais le charbon sera rouge à l'une de ses extrémités long-temps avant qu'aucune chaleur se fera sentir à l'autre.

On dit que ces différences dépendent des différentes *capacités de ces corps pour conduire la chaleur*; ainsi l'argent est considéré comme un meilleur conducteur que le verre, le verre comme un meilleur conducteur que le charbon. En général, les corps les plus denses, et qui ont le moins de capacité pour contenir la chaleur, sont les meilleurs conducteurs. Ainsi les métaux conduisent mieux qu'aucun autre corps solide. Les gaz sont moins bons conducteurs que les liquides, et les liquides moins bons que les solides. Cependant il se présente des exceptions à l'égard de ce rapport entre la force conductrice et la densité, et une exception très-remarquable s'observe dans le corps le plus dense connu, qui est le platine, lequel est peut être le plus mauvais conducteur parmi les métaux.

Les substances animales et végétales sont en général

de très-mauvais conducteurs; et le poil comme la laine des animaux, et les plumes des oiseaux, sont admirablement destinés à les protéger contre le froid, et ces substances renferment de l'air et retiennent ce fluide, lequel, comme conducteur encore plus mauvais, ajoute à cet effet. Le comte de Rumford suppose que les gaz et les liquides sont des non-conducteurs parfaits de la chaleur, et que les particules de ces corps ne peuvent s'échauffer qu'en venant successivement en contact avec la source de l'échauffement; cependant quelques expériences très-concluantes semblent rendre cette opinion insoutenable. Toutefois les corps liquides et les gaz sont plus prompts à changer de place, par un changement dans leur pésanteur spécifique, qu'à communiquer ou à recevoir la chaleur; c'est ce qu'on peut rendre évident par une expérience très-simple : dans un vase contenant de l'eau, renversez un thermomètre à l'air, de sorte que l'extrémité de la boule soit à peine élevée au-dessus du niveau de l'eau; versez sur l'eau assez d'éther pour former une couche d'environ un huitième de pouce au-dessus de la boule, et enflammez ce liquide (voyez planche 1, fig. 4). Quelque sensible que soit ce thermomètre, l'air n'y sera point promptement dilaté; l'éther bouillira avec force, et cependant le procédé devra être long-temps continué avant que l'eau puisse prendre une chaleur sensible. Malgré que les particules des gaz et des liquides aient pu communiquer de la chaleur jusqu'à un certain degré, les couches supérieures des liquides seront toujours les seules parties constamment échauffées, et la chaleur s'accumulera toujours à la surface des larges mers. Les couches basses de l'atmosphère devraient également être très-froides pendant l'absence du soleil; mais, par le

rapport entre la faculté conductrice et la mobilité des liquides et des gaz, les changemens de température de l'air et de l'eau sont rendus progressifs et uniformes, et tels qu'ils conviennent à un globe habité. De-même que la chaleur se propage lentement à travers de corps gazeux, ces corps la communiquent très-lentement à d'autres corps, ce qui est conforme à la petite quantité de matière que comparativement ils coutiennent. On peut à peine supporter le contact de métaux échauffés à 120 °; l'eau est chaude à 150 °; mais de l'air peut avoir une température de 240 ° sans produire une sensation doulourense; et une chaleur voisiue à celle-là a été supportée, pendant quelques minutes, par M. Joseph Bankx, M. Charles Blagden et le docteur Fordyce, dans un appartement échauffé à dessin jusqu'à ce degré : le pouvoir de l'air d'enlever la chaleur n'est également que très-faible comparativement à d'autres corps. Sous les latitudes très-septentrionales, on a sans danger supporté des froids qui font congèler le mercure; cependant si dans cet état de l'atmosphère on touche des métaux ayant la même température, on éprouve une sensation semblable à celle de la brûlure, et la partie eu attouchement se couvre d'ampoules.

Le très-grand nombre des changemens de température de l'atmosphère n'a pas lieu en vertu de la chaleur soustraite ou communiquée, mais par du calorique que l'air, dans le travail de ses variations, fixe ou dépose; l'air atmosphérique peut être regardé comme un quatrième règne dans lequel l'azote est organisé par de l'eau et de l'oxigène, comme dans le règne végétal, le carbone l'est par le même liquide et par de l'hydrogène : de-même que dans l'ammoniaque l'azote est métalliquement hydrogéné par de l'hydrogène; dans l'air il l'est par de l'eau. Je ne sais si l'ammoniaque est l'oxidule de l'ammoniacon, et l'azote organisé de l'air, son oxide; ce qui peut le faire croire, c'est que l'ammoniaque ne semble

susceptible, ni de s'hydrater par de l'eau, ni de s'oxigéner par de l'oxigène, ainsi que le font les deux autres alcalis et les terres alcalines. Dans l'air, l'azote organisé non-seulement s'hydrate ou s'oxigène alternativement, mais il s'hydrate et s'oxigène à-la-fois, ce que font aussi les autres oxides solubles métalliques; l'oxide de potassion formé de métal et de gaz oxigène, lequel s'associe de l'oxigène à défaut d'eau et à l'effet de pouvoir, à la rencontre de l'hydrogène, composer ce liquide, est seul purement oxigéné, comme celui qui peut, avant ou après son oxidation, venir en contact avec de l'eau est purement hydraté; mais la potasse qui a déjà été hydratée, et qu'après l'avoir calcinée au rouge on fait réagir sur du gaz oxigène est partie hydratée et partie oxigénée. L'azote organisé diffère des autres substances alcalines, en ce que, suivant les influences sidérales et particulièrement lunaire, il laisse déplacer son eau par de l'oxigène, ou son oxigène par de l'eau.

L'air relâché qui dépose de la pluie est ce fluide dans lequel l'oxigène se substitue plus ou moins à de l'eau, et l'air tendu qui s'assimile de l'eau est celui où ce liquide se substitue à l'oxigène. Le premier de ces effets est toujours incomplet; mais le second, dans les circonstances où il arrive, est presque toujours complet, et l'azote organisé et hydraté peut encore être dissout dans l'eau et même y être délayé, ou il peut en outre prendre de l'eau hygrométrique; les autres alcalis font de même. Un hygromètre à tuyau de plume, que l'on plonge dans une solution délayée de potasse, marche au sec. C'est comme oxide d'ammoniacon que l'air est le plus hygrométrique des corps connus.

Lorsque l'eau se substitue à l'oxigène près de l'azote organisé, il ne peut se déposer que peu de calorique, l'oxigène qui sort de combinaison devant naturellement en reprendre à l'effet de pouvoir s'isoler; mais, lorsque l'air hydraté est dissout par l'eau, il doit s'exciter du froid, parce que l'eau d'hydratation ne peut être reprise par celle de solution sans que le calorique, que l'hydrogène de l'azote en avait déplacé, ne lui soit restitué: c'est la même chose pour les autres substances alcalines. De l'oxide de potassion oxigéné laisse déplacer son oxigène par l'équivalent en eau de ce qu'il contient de ce principe, sans que du calorique en quantité notable soit dégagé, l'oxigène se complettant de cet agent pour sa gazification, par ce que l'eau en dépose en s'unissant à l'oxide: il y a même plus, car il s'excite du froid pour peu que l'eau soit mise en excès au-

stricte déplacement de l'oxigène. Ajoutez de la nouvelle eau à l'alcali hydraté, un froid considérable sera produit.

Lorsque l'atmosphère se relache, et que l'eau de solution se sépare de l'air, le calorique, que cette eau avait dû restituer à celle d'hydratation, se retire avec elle, et la température s'élève.

La marche des appareils météorologiques correspond à ces effets, et l'on remarque que presque toujours le baromètre et le thermomètre marchent inversement d'accord; l'atmosphère éprouve-t-elle une détente, l'eau de solution est la première à se déposer, et avec elle se dépose le calorique codissolvant: dans ce cas, le baromètre baisse et le thermomètre monte. Jusqu'alors l'oxigène ne se substitue pas encore à l'eau; car lorsque cet effet à lieu, le thermomètre et quelquefois le baromètre deviennent stationnaires ou ont peu de mouvement: si après cela, le baromètre remontant, l'air reprend de la tension, le thermomètre se met aussitôt à descendre, et presque toujours déjà pendant qu'il tombe encore de la pluie. Cette pluie est de l'eau que l'air contient en excès à l'opération qu'actuellement il exécute.

L'air est-il en partie codissout par l'oxigène, ou ne l'est-il pas du tout, et est-il seulement dissout par l'eau, l'atmosphère se rend sereine, et s'il ne survient pas d'influence distendante, elle conserve quelque temps cet état. La mobilité de l'air dans sa solution et désolution est extrême, et ses excrétions comme ses assimilations de calorique y répondent: nous avons un exemple de solution par l'oxigène dans l'acide muriatique suroxigéné et dans les sels de cet acide.

Lorsque l'oxigène prend près de l'air la place de l'eau hydratante, il dépose, en vertu de la condensation qu'il subit, une quantité de calorique qui est également suffisante pour séparer l'eau d'hydratation dans son état ordinaire.

La chaleur dans l'air est successivement tendue en fluide électrique, et ce fluide distendu en chaleur; remarquez les pluies qui, après un temps sec, surviennent avec baisse de la température, vous les verrez toujours cesser sans qu'il s'excite davantage du froid. J'ai vu, après ces sortes de pluies, pendant lesquelles le baromètre était descendu jusqu'à tempête, cet instrument remonter à beau temps, sans que la température fût sensiblement baissée; mais qu'une hausse considérable du thermo-

mètre précède la chûte d'une pluie de fort relâchement ; jamais le baromètre ne pourra remonter sans que, dans le même rapport, le thermomètre ne baisse, parce que le fluide électrique qui s'était distendu en chaleur doit de nouveau se tendre en électricité ou en tension analogue · cet effet est singulièrement démonstratif pour le passage du calorique de l'une modification à l'autre.

Peut-on ne pas établir un règne de l'air lorsqu'on voit ce fluide indécomposé s'associer à la substance du règne végétal pour former le règne animal ? D'ailleurs le règne atmosphérique n'a-t-il pas, comme celui des plantes, son cumbustible acidifiable et son eau, et en place d'hydrogène de l'oxigène ? Ce règne a en outre un métal dans l'azote hydrogéné et réduit, et un alcali dans ce métal oxidulé, comme son excipient organisé est ce même métal oxidé; et il vient d'acquérir une huile, qui est de nature atmosphérique, puisqu'elle n'est pas carbunée, mais formée de pur hydrogène azoté ou ammoniaque oxidé dans une partie de l'hydrogène, et par le même mécanisme que l'hydrogène carboné s'oxide en huile de gaz oleifiant.

L'huile dont je parle est détonnante par une faible chaleur à cause de l'expansibilité gazeuse de tous ses principes ; elle résulte d'une portion d'oxigène que de l'eau déplace d'avec l'oxide muriatique oxigéné, et qui passe en combinaison à demeure à une petite portion de l'hydrogène de l'ammoniaque : le gaz hydrogène sulfuré, dont une portion de l'hydrogène est oxidée ou substituée par de l'eau, forme ainsi une huile qui est de nature minérale, et le phosphore formera peut-être également une semblable huile qui serait proprement de nature animale et davantage que celle ayant pour base du carbone azoté.

Les vents sont l'effet et non la cause des changemens de l'air, comme le prouvent le baromètre et le thermomètre, dont toujours la chûte et la hausse les précèdent.

Dans les orages, le calorique, séparé dans un point central autour duquel toutes les autres séparations viennent se réunir, se trouve assez tendu et assez concentré par la mauvaise qualité conductrice de l'air, pour se modifier en fluide électrique, lequel alternativement décompose et recompose l'eau ; l'orage suit, dans ses renouvellemens, la marche de l'influence qui le produit : la grêle naît naturellement de la tension d'une partie de la chaleur en électricité, laquelle électricité se perd pour

l'air en faisant explosion sur la terre. L'air atmosphérique emploie le moyen des orages afin de passer d'une manière d'être long-temps continuée à une autre diamétralement opposée ; les orages avortés étant impuissans pour produire ce changement dans le temps, celui-ci, après leurs tentatives infructueuses, se prolonge indéfiniment et avec une plus grande intensité.

Si l'air ne s'échauffait et ne se refroidissait à ses frais propres, comment les changemens de température pourraient-ils, dans une atmosphère stagnante, être si prompts, si uniformes et si généraux? et dans un tel air, à moins d'un déplacement rapide, la température ne s'élèverait jamais pendant la nuit : si l'air ne transmettait de la chaleur que par conduction, il n'échaufferait point, et s'il n'en enlevait que par la même voie, la température des corps serait long-temps à y baisser ; mais l'eau dépose et fixe le calorique dans l'air, et lorsqu'elle le dépose, c'est hors de combinaison et en excès à la capacité de l'air, et lorsqu'elle le fixe, c'est pour solidement et intimement se l'assimiler.

9. La chaleur peut être considérée comme étant la force antagoniste de l'attraction de cohésion, l'une tendante à séparer et l'autre à unir les parties des corps; et la forme de ceux-ci dépend de leurs actions respectives. Dans les corps solides, la force attractive prédomine sur celle répulsive ; dans les liquides et dans les fluides élastiques, les deux forces peuvent être regardées comme étant en différens états d'équilibre, et dans les fluides éthérés, la force répulsive doit être considérée comme prédominante et détruisant la force d'attraction.

Tous les différens corps de la nature peuvent probablement, dans certaines circonstances, prendre ces différentes formes ; c'est ainsi que, par un accroissement donné de température, les corps solides deviennent des liquides et les liquides des gaz, et *vice versâ*, par un décroissement de température, les gaz deviennent des liquides et les liquides des solides.

Les exemples de la fusion des corps solides par la chaleur sont trop communs pour devoir en faire une mention particulière. L'eau qui par l'ébullition se transforme en vapeur est simplement un liquide qui devient fluide élastique ; l'ébullition de l'éther en offre une expérience très-simple : laissez monter un peu d'éther dans une petite cornue de verre remplie d'eau et qui se trouve renversée sur le même liquide ; l'éther surnagera l'eau et se réunira vers la partie supérieure de la cornue. Approchez de cette partie une barre de métal échauffée (voyez planche 1, fig. 5) ; à mesure que la chaleur sera communiquée à l'éther, on verra des bulles s'élever, et en très-peu de temps il se sera formé une assez grande quantité de fluide élastique pour faire sortir l'eau de la cornue ; en laissant réfroidir celle-ci, le fluide élastique se condensera et redeviendra liquide.

En tenant, dans une cuillère de platine, un globule de mercure audessus de la flamme d'une lampe, ce globule sera vivement agité et diminuera promptement de volume ; cela est dû à ce qu'il prend la forme élastique et se résoud en gaz : à une température très-basse et telle qu'on peut l'exciter artificiellement en mêlant ensemble de la neige très-froide avec un sel qu'on nomme muriate de chaux, le même mercure peut être congelé et prendre la forme solide.

Les différens corps demandent des températures très-différentes pour changer d'état ; c'est ainsi que le mercure qui se solidifie à environ 40 sous glace, de Fahrenheit, bout à environ 660. Le soufre qui se liquéfie à 218 °, bout à 570 ° ; l'éther bout à 98 °. La

température à laquelle les métaux ordinaires deviennent gazeux est en général très-élevée, et ne peut, pour la plupart d'entre eux, être obtenue par nos moyens ordinaires. Le fer, le manganèse, le platine et quelques autres métaux, qui à peine peuvent être fondus dans les meilleurs fourneaux, sont promptement mis en fusion par l'électricité; et par l'appareil voltaïque, on parvient à un degré de chaleur auquel non-seulement le platine se fond promptement, mais semble même se volatiliser.

Quant à la conversibilité des corps solides, liquides et gazeux en substances éthérées, la preuve n'en est pas aussi positive qu'à l'égard de leur conversion les uns dans les autres. Lorsque la température d'un corps est parvenue à une certaine élévation, le corps devient lumineux; et des corps échauffés n'affectent pas seulement d'autres corps par le contact immédiat, mais exercent encore sur eux de l'action à une certaine distance. Cet effet est attribué à ce que vulgairement on appèle *chaleur rayonnante*. Une manière d'expliquer ce phénomène consiste à dire que des particules de matière sont mues avec une grande vitesse par les corps échauffés, lesquelles particules en agissant sur nos organes, produisent la sensation de la chaleur ou de la lumière, et que leur mouvement, en se transmettant à d'autres corps, a le pouvoir de les dilater. Ainsi, si la chaleur ou la force de répulsion se trouve accumulée dans un fluide élastique au point de vaincre les forces de la cohésion et de la gravité, les particules de ce corps s'élanceront en lignes directes dans l'espace libre; et nous ne connaissons d'autres effets qu'elles pourraient produire que ceux de la lu-

mière et de la chaleur. On doit peut-être interpréter en faveur de cette opinion que les différens fluides élastiques se dilatent également par une hausse égale de leur température ; et il paraît, d'après des observations faites sur les éclipses des satellites de Jupiter, et d'après d'autres phénomènes que nous offrent les corps célestes, que les mouvemens de la lumière sont uniformes.

On peut cependant dire que les matières rayonnantes, émises par des corps en ignition, sont des substances particulières, et que la matière ordinaire n'est pas capable de prendre cette forme ; et l'on peut contester que les phénomènes du rayonnement puissent dans le fait dépendre d'un mouvement communiqué à de la matière subtile, lors même qu'il serait prouvé qu'une telle matière existe dans l'espace.

La règle de la conversion des corps solides et liquides en fluides élastiques par l'échauffement rencontre une exception dans le plus dilaté des gaz, lequel est l'hydrogène. L'état gazeux de cette substance est naturel et indépendant de toute combinaison avec du calorique, car on ne connaît aucune circonstance où son dégagement exige le secours de la chaleur, ni où son entrée en combinaison en développe ; mais nous en connaissons beaucoup, et ces cas sont généraux, où l'hydrogène, en s'unissant à un corps, déplace d'avec l'oxigène de ce corps, l'équivalent de calorique en capacité de saturation, de ce que lui-même ajoute en matière à ce corps. On dira : ce calorique, que vous supposez se déplacer d'avec l'oxigène, provient de l'hydrogène qui se condense ; mais le même effet a lieu, que l'hydrogène soit gazeux ou engagé en corps solide. L'hydrogène qui près de l'oxigène est le vrai antagoniste du calorique, puisque ce principe, qui doit toujours être saturé par l'un de ces deux corps pour l'autre, ne peut jamais volontairement se sursaturer par l'un d'eux. Je dis volontairement, parce que, en plaçant un corps dans l'atmosphère d'une substance en combustion, on peut forcer ce corps à cette sursaturation par du calorique ; mais cet effet n'est que tempo-

raire et cesse avec la cause qui le produit; et lorsque ce cas arrive, ce n'est point de calorique mais d'hydrogène que le corps est sursaturé, comme le prouve sa combustibilité qui en augmente et qui se renouvelle; ce qui est d'ailleurs conforme à la plus grande affinité de l'oxigène avec le calorique qu'avec l'hydrogène, comme le fait voir si clairement la sousproportion avec laquelle ce dernier principe est engagé dans l'eau. Si l'affinité était égale, 45 d'hydrogène et autant de calorique devraient se trouver combinés avec 90 d'oxigène, pour former 135 en poids, et 180 en poids et force de saturation, d'eau; cependant, le rapport pour une semblable quantité de ce liquide est de 72 de calorique sur seulement 18 d'hydrogène. Ce calcul est fondé sur ce que deux corps simples ne peuvent s'unir qu'en égale proportion, ou, comme dans le gaz oxigène, par 1 de calorique avec 1 d'oxigène, et dans la matière inorganisée du globe, par 1 d'oxigène avec 1 d'hydrogène, deux combinaisons qui, comme je l'ai déjà dit, sont les seules binaires connues. Toute combinaison dans laquelle on découvre un autre rapport est au moins ternaire, et dans ce cas se trouve l'eau seule, composée d'hydrogène, de calorique et d'oxigène, dont les $\frac{13}{15}$ sont encore à l'état de gaz qui ne sature pas l'hydrogène, mais qui se trouve surcombiné dans l'eau, et qui dans sa partie excédante est saturé de calorique.

De l'eau exempte de calorique, laquelle ne serait plus de l'eau, mais la base des combustibles composés, se constituerait dans le rapport de 15 d'hydrogène avec 15 d'oxigène. Tous les autres corps sont au moins ternaires, en synthèse prochaine, et composés toujours sûrement de base primitive du globe avec de l'oxigène et du calorique; ce qui fait quatre principes, dont trois seulement de nature différente. Les corps ainsi constitués sont les oxides métalliques, les combustibles acidifiables, et les acides que rigoureusement on peut déjà considérer comme quinaires, puisqu'ils sont composés de base, de calorique et de trois différentes eaux avec de l'hydrogène soussaturé. Les sels et autres corps sont encore bien plus surcomposés.

L'affinité de l'oxigène, plus grande avec le calorique qu'avec l'hydrogène, résulte encore de la décomposition de l'eau par le fluide électrique. Comment deux corps dont les affinités sont absolument inverses, qui ne souffrent point leur coexistence nonsaturée par de l'oxigène dans le même corps, pourraient-ils entre eux s'engager?

Il n'y a point en chimie de combinaison qui ne prouve ce principe, puisqu'il

puisqu'il n'y en a point où de l'hydrogène libre on engagé ne déplace du calorique, ou du calorique de l'hydrogène, sans ou avec amovibilité de ce principe ; et lorsque deux corps s'engagent sans que de la chaleur soit développée, c'est que de l'hydrogène sursaturé se substitue à d'autre hydrogène de la même nature, lequel avait déjà déplacé ce calorique, et dont l'oxigène doit le reprendre du corps déplaçant, s'il veut pouvoir être déplacé.

De l'hydrogène réduit ne peut déplacer un corps à hydrogène oxidé, sans que de la chaleur ne soit appelée au secours, parce que dans ce cas il s'opère toujours un déplacement d'avec d'autre hydrogène qui s'était substitué à plus ou moins de calorique suivant sa quantité.

De l'hydrogène au contraire qui se substitue à une portion seulement de l'eau oxidante ou acidifiante d'un corps, déplace d'avec la portion restante du même liquide beaucoup de calorique. C'est ainsi que la réduction d'un oxide métallique par de l'hydrogène exige que le gaz de ce principe ou l'oxide soient fortement échauffés, tandis qu'à froid il se substitue à l'eau hydratante des oxides non métalliques, en déplaçant d'avec l'oxide déshydraté qui reste et qu'il hydrogène en combustible acidifiable, beaucoup de calorique.

On appèle les combinaisons où il ne se développe pas de calorique, combinaisons par décomposition, et celles où ce développement à lieu, combinaisons par composition directe, quoique toutes deux soient de la même nature, et seulement différentes en ce que, dans l'une, l'hydrogène sous-oxidé se substitue à d'autre hydrogène également sous-oxidé, mais un peu moins, ce qui détermine la décomposition et ce qui est cause qu'il se développe toujours plus ou moins de calorique, et en ce que, dans l'autre, le même hydrogène se substitue à du calorique. Je développerai davantage ces principes à l'article de la combustion.

Nous doutons avec l'auteur que des corps quelconques terrestres puissent être portés par le calorique à l'état de fluides éthérés, et nous sommes portés à regarder ces fluides comme du calorique lui-même modifié dans sa tension ou dans la jouissance de sa force gravitante vers le soleil et antigrave par rapport à la terre. Une force capable de transporter la matière d'un globe céleste hors des limites de sa sphère d'attraction

serait essentiellement destructive de ce globe, et bien certainement le calorique, dont l'action cesse dès l'instant que la force attractive d'une matière étrangère ne lui est plus opposée, et qui au-delà des limites de cette attraction se livre à toute l'énergie de la gravitation vers le soleil qui lui est propre, ne doit pas se trouver dans ce cas.

Les températures auxquelles les corps changent leur état de liquide en celui de solide, quoiqu'en général déterminées, sont cependant sujètes à varier d'après plusieurs circonstances, et entr'autres, par le mouvement et la pression. De l'eau en parfait repos peut quelquefois être refroidie jusqu'à 28 ° sans se congéler; cependant si, à une température audessous de 32 °, on l'agite, il se forme à l'instant de la glace. Une solution saturée de sel de Glauber étant versée, tandis qu'elle est encore chaude, dans une bouteille de laquelle la pression de l'air soit exclue, reste liquide après le refroidissement; cependant si l air reprend de l'accès, à l'instant elle se cristallise. Le point de l'ébullition des liquides est moins bien fixé que celui de la liquéfaction des solides, et dépend immédiatement de la pression. C'est ainsi que de l'éther bout à l'instant dans le vide de la pompe pneumatique, à la température à laquelle de l'eau se congèle, et il résulte des recherches du professeur Robison que, dans le vide, des liquides quelconques entrent en ébullition à une température moindre de 145 ° qu'à l'air. Sous une pression augmentée, les liquides peuvent prendre des degrés élevés de chaleur. De l'eau, dans le digesteur de Papin, peut être échauffée jusqu'à 300 °; mais, au moment qu'on fait cesser la pression, du fluide élastique s'échappe avec beaucoup d'impétuosité.

Pour pouvoir calculer les effets de la pression de l'air, il faudrait que le liquide dont cette pression retarde l'évaporation fût seulement va-

porisable et non dissoluble dans l'air. L'eau, que le composé aérien s'assimile avec une égale, si pas une plus grande, énergie chimique que le carbone le fait dans les plantes, y est influencée dans sa vaporisation par d'autres effets que la force de pression. Pourquoi l'eau, dans l'appareil de Leslie, enlève-t-elle, en se vaporisant, autant de calorique, si ce n'est parce que l'air ne peut concourir à cette opération.

La vapeur d'eau qui par sa constitution est hydrogénée, doit facilement contracter de l'union avec l'oxigène sousgazeux de l'air, surtout pendant les temps sereins où l'oxigène est déplacé par l'eau d'avec le composé organisé azotique ou aérien. Le calorique vaporisant reste alors coengagé, par la raison que l'hydrogène, qui devrait le déplacer d'avec l'oxigène, dans l'eau, entre lui-même en engagement avec de l'oxigène. Une telle vapeur n'est pas condensée dans l'air, mais elle est reprise directement en combinaison, conjointement avec son calorique, et un thermomètre qu'on suspend dans la couche d'air où la condensation devrait se faire ne fait presque point de mouvement.

Dans l'appareil cité de Leslie, le calorique qui déplace l'hydrogène dans la vapeur d'eau est séparé par l'acide sulfurique en même-temps que celui que l'eau doit déposer pour pouvoir hydrater l'acide; aussi l'acide est-il promptement et fortement échauffé, du-moins jusqu'à ce qu'il ne reçoive plus que de l'eau de solution, et alors le dégagement de la chaleur devient nul.

10. Quelques auteurs ont établi une distinction entre les fluides élastiques permanens, et ceux condensables par la pression ou le froid; mais ces substances diffèrent uniquement par le point de leur vaporisation; et il est probable qu'à 500 degrés de Fahrenheit, de la vapeur d'eau serait aussi peu condensable que l'est l'air au plus bas degré de froid audessous de sa température ordinaire, qu'il nous a été possible d'exciter; et quelques gaz qui, dans les circonstances ordinaires, restent permanens, sont condensables à un grand froid aidé de la pression: de ce nombre est le gaz ammoniaque.

Tous les corps, qui entrent en ébullition à des températures moyennes, semblent se vaporiser et former une certaine quantité de fluide élastique à l'état ordinaire de l'atmosphère, et la quantité en augmente dans le rapport que la température est plus élevée. Suivant M. Dalton, la force de la vapeur s'accroît dans une progression géométrique avec la température; mais ce rapport diffère pour les différens liquides. Il est certain qu'à mesure que dans les liquides la température approche du point de l'ébullition, la force de la vapeur, c'est-à-dire, la quantité de liquide qui se vaporiserait dans un espace libre, croît rapidement.

Pendant des temps chauds et secs, il doit naturellement se trouver dans l'air plus de vapeur que pendant les temps froids et humides. La plus grande quantité d'eau existe dans l'air en été, et sous les climats tropiques, lorsque l'humidité est le plus nécessaire pour les besoins de la vie; il paraît que c'est la vapeur d'eau existante dans l'atmosphère qui, lorsqu'elle est condensée par le mélange de l'air froid avec l'air chaud, ou par d'autres causes produisant un changement de température, donne lieu à la rosée, aux brouillards, aux pluies et enfin aux sources d'eau et aux rivières.

Aucun système sur la cause de la pluie ne doit pouvoir moins se soutenir que celui qui attribue ce phénomène à une condensation de la vapeur aqueuse formée par la chaleur, à l'aide du mélange d'un air froid avec un air chaud. Nous avons fait voir, dans l'élucidation précédente, qu'il y a une différence énorme entre la chaleur employée pour vaporiser l'eau dans le vide, et celle que prend sa vaporisation dans le sein de l'atmosphère. Outre que rien n'est plus forcé que cette supposition du mélange de deux airs, et que rien n'est plus rare, au moment où le temps pluvieux survient, que les cou-

rans d'air opposés, lesqoels appartiennent aux grands relâchemens déjà existans, ou aux rétensions après des oragaos, comment avec de tels principes expliquerait-on l'existence dans de l'air refroidi à 20 et 30 degrés R., sous glace, d'one quantité si grande d'eau que, sans qu'il se fasse le moiodre mélange d'airs différemment échauffés, et pendant le plus grand calme de l'atmosphère, il se dépose quelquefois, en 24 heures, autant de pieds de neige qu'il y avait de degrés de froid? L'eau de cette neige se trouvait-elle, à cette basse température, sous la forme de vapeur par la chaleur? On ne le croirait pas quelquo assurance qu'on puisse en donner; et que devieodrait dans ce cas l'immense quantité de chaleur que cette vapeur devrait déposer en passant tout-à-coup à l'état concret? et où la neige tombée, lorsque la tension de l'air reprend, trouverait-elle la chaleur requise pour de-nouveau, en grande partie, se vaporiser, comme cela est souvent le cas? Les difficultés se multiplient tellement dans le système de la pluie par la vapeur coodensée qu'il n'y a pas à songer à vouloir le sooteoir.

De-même que des solutions de sel et de glace dans l'eau peuvent rester long-temps sans se cristalliser lorsqu'on empêche l'air de lui enlever du calorique, ce fluide constitué en solutioo, aussi long-temps que le refoulement o'en exprime pas le même agent, peut rester saos déposer l'eau dont, par une sorte de cristallisation gaziforme, le composé d'air, réduit à son état d'hydratation, lequel correspond à celui cristallin des sels, est précipité. L'air seulement hydraté qui, par un effet de la saison, est une fois refroidi jusqu'à un degré voisin de glace, enlève, pour de-nouveau se faire dissoudre, one grande quantité de calorique, tant à sa température propre qu'à celle de la terre; d'où les gelées âpres, qui soot toujours un effet de la solution de l'air par l'eau, comme les froids artificiels en sont une de la solution des sels hydratés, par de la neige.

La neige qui fait fondre l'eau d'hydratation, ainsi que cette eau fondue, se trouvent dans les solutions qui excitent du froid à l'état d'eau liquéfiée par la chaleur des corps en contact. Cela est si vrai que, par exemple, un mélange de neige et de muriate de chaux, lequel, à une température très-basse, refuse de se fondre lorsque la mixtion se fait dans un mortier de bois carbonisé, se fond aussitôt, lorsqu'on le transvase dans un mortier de coivre ou dans un vase d'é-

tain. C'est à l'aide de ce mélange peu fusible que j'ai obtenu les 56° sous glace, sur l'échelle de R. La fusion est successive, et si l'on ne laisse fournir la chaleur que par le corps qu'on veut refroidir, la baisse de la température devient en peu de temps énorme. On croirait à peine que 2 onces d'alcohol puissent, sans même se congéler, et par leur seul refroidissement à un très-bas degré, fournir assez de chaleur pour mettre trois livres de neige et de muriate de chaux figé en fusion.

Je pense, d'après cela, qu'un système de météorologie, relativement aux variations de l'air, ne peut être déduit que des principes précédemment établis sur la nature de cet élément. Les explications, d'après ces principes, découlent de source, et l'on n'est arrêté par aucune difficulté; et l'ensemble des faits a ses analogues dans la manière de se comporter des corps de la même nature, sous des circonstances qui ne sont différentes que par la forme physique des matières et par l'origine de la chaleur, ainsi que par les moyens de refroidissement que l'air possède dans son aspiration et son refoulement alternatifs à l'aide du jeu des influences sidérales.

11. Lorsque des corps solides passent à l'état de liquidité et des corps liquides à l'état de fluide élastique, il se fait toujours une perte de chaleur; et *vice versâ*, lorsque des gaz deviennent liquides ou des liquides solides, il se produit une hausse de la température. Dans ce cas, on dit que de la chaleur devient *latente*, ou qu'elle cesse de l'être. Ainsi, lorsque des poids égaux de neige et d'eau, la première à 32°, et la seconde à 172°, sont mêlées ensemble, toute la neige se trouve fondue, et la température du mélange revient à 32°; de sorte que 140° de chaleur soient perdus par cette fonte. D'un autre côté, lorsque, dans une marmite de Papin, on échauffe de l'eau, et qu'après on ouvre la soupape, une grande quantité de vapeur se met en expansion, laquelle ne marque plus que 212°, et la température de l'eau dans l'appareil ne se trouve pas changée;

d'où il suit qu'une grande quantité de chaleur s'est perdue pour convertir l'eau en vapeur.

Si l'on expose à l'air, tandis que le thermomètre marque 20 °, une grande bouteille remplie d'eau, ce liquide se refroidira peu à peu jusqu'à 22 °, sans qu'il soit congélé; mais si l'on agite l'eau de manière à ce qu'elle se convertisse en glace, la température montera à 32 °; d'où il suit que de la chaleur s'est développée pendant la congélation.

Lorsqu'on mêle ensemble 1 partie de vapeur d'eau à 212°, avec 6 parties, en poids, de ce liquide à 62 °, la vapeur sera totalement condensée, et la température résultante sera d'environ 212 °; ce qui prouve qu'il se fait une augmentation immense dans la température, laquelle ne va pas à moins de 900 °, lesquels degrés la vapeur est considérée transmettre à l'eau.

Tous les phénomènes de ces changemens peuvent être rapportés à une loi simple et générale que le docteur Black a déconverte, et que les recherches de Wilke, Watt, Irvine et particulièrement de Crawford, ont beaucoup perfectionnée; savoir: « que chaque fois « qu'un corps change de forme, ses rapports avec la tem- « pérature changent également, et sont, ou augmentés, « ou diminués. » Plusieurs opérations importantes, tant de la nature que de l'art, sont fondées sur cette loi; par exemple, sa connaissance conduisit M. Watt à faire, à sa machine hydraulique, l'importante correction de condenser la vapeur hors du cilindre dans lequel elle exerce sa pression, et d'introduire du nouveau fluide élastique sans le moindre risque que son ressort en soit diminué.

La condensation de la vapeur d'eau fournit un excellent moyen d'échauffer les grands appartemens et de se procurer une chaleur uniforme à l'usage des manufactures. Dans des climats chauds, le froid excité par la vaporisation de l'eau fait congéler ce liquide. Au Bengale, pendant les nuits et tandis que la chaleur ne baisse pas audessous de 15 °, en exposant à l'air de l'eau, dans des terrines de terre, que l'on place sur des bamboux mouillés, il se forme à la surface de ce liquide des glaçons minces que l'on ramasse et que l'on conserve sous terre dans des puits boisés avec de mauvais conducteurs de la chaleur. Dans la belle expérience de M. Leslie, le froid occasionné par la vaporisation de l'eau fait également congéler ce liquide. Pour faire cette expérience, on place sur la platine d'une pompe pneumatique de l'acide sulfurique contenu dans une souscoupe, et un peu audessus, on place une autre souscoupe contenant de l'eau en prenant soin de donner à l'un et l'autre liquide le plus possible de surface; en pompant l'air, l'acide sulfurique absorbe rapidement la vapeur qui s'élève de l'eau; de la nouvelle vapeur est aussitôt formée, et en peu de minutes, si l'expérience est bien conduite, on voit paraître des aiguillons de glace à la surface de l'eau.

Lorsque dans l'air, de la vapeur d'eau est condensée en liquide, il se produit de la chaleur, et la formation de la pluie, de la grêle et de la neige contribue à modérer les rigueurs de l'hiver. En été, l'évaporation de l'eau refroidit sans cesse la surface de la terre, et sous les pôles la fonte de la glace tempère la chaleur qui résulterait, pour ces régions, de la présence continuelle du soleil pendant ses étés; le dégagement de la cha-

leur pendant la congélation de l'eau prévient aussi un trop grand refroidissement, et rend les transitions de la température plus lentes et plus graduelles.

12. Lorsque les formes des corps sont changées par des moyens mécaniques, ou lorsqu'on fait agir sur eux des forces mécaniques, il se produit ordinairement un changement de température : un morceau de gomme élastique qu'on étend subitement et qu'on laisse de-même se contracter s'échauffe. On peut facilement faire rougir une aiguille par un certain nombre de coups de marteau convenablement appliqués ; et, par le frottement entre des corps solides, on peut élever considérablement la température. C'est ainsi que les essieux des voitures sont quelquefois enflammés.

A l'aide d'une forte compression, des corps liquides peuvent être rendus lumineux, comme M. Dessaignes l'a nouvellement fait voir.

Lorsqu'un fluide élastique est comprimé par des moyens mécaniques, la température s'élève, et quand la compression est forte et rapide, la chaleur développée va jusqu'à enflammer des corps. Depuis quelque temps, on a mis en usage un appareil qui sert à mettre le feu à une amorce d'amadou par le moyen de la compression de l'air.

D'un autre côté, de l'air comprimé auquel on laisse reprendre sa première expansion éprouve une baisse dans sa température. C'est ainsi que le mercure baisse dans le thermomètre, pendant que l'on vide d'air le récipient d'une pompe pneumatique.

Dans le langage vulgaire de la chimie, on peut dire

que la capacité des fluides élastiques, pour contenir la chaleur, diminue par la compression et augmente par la raréfaction ; et il est probable que lorsque le volume de ces corps change par le changement de la température il s'opère également un changement dans leur capacité. D'après ces idées, on explique d'une manière satisfaisante la correspondance qui existe entre la diminution de la température de l'air et son élévation dans l'atmosphère ; car si l'on conçoit que la capacité de l'air, raréfié par la chaleur, augmente à mesure que ce fluide monte, la chaleur, qui est la cause de son ascension, doit, à une certaine élévation, devenir chaleur de capacité ; et plus l'air est élevé et raréfié, plus il est éloigné de la source de la chaleur, et plus sa faculté de diminuer la température devient grande.

On remarque un phénomène très curieux pendant le jeu de la fontaine d'Hiero, que l'on voit à Schemnitz, en Hongrie. L'air, dans cette machine, est comprimé par une colonne d'eau, haute de 260 pieds ; lorsqu'on ouvre le robinet pour laisser échapper l'air, la raréfaction subite de ce fluide produit un degré de froid qui non-seulement condense la vapeur d'eau, mais la fait congéler en une ondée de neige ; et le tuyau par lequel l'air sort se couvre de festons de glace. Le docteur Darwin a ingénieusement expliqué la formation de la neige sur les sommets des hautes montagnes, en l'attribuant à la précipitation de la vapeur de l'air raréfié, laquelle s'élève des plaines et des vallées. Les Andes, placées presque sous la ligne, s'élèvent du milieu des sables brûlans. A environ la moitié de leur hauteur règne une température douce et agréable, tandis que leurs sommets sont couverts de neiges perpétuelles, et ces cou-

ches de différentes températures sont constamment distinctes. L'air chaud des plaines, lorsqu'il monte, se refroidit par l'effet de son expansion, et l'air froid, lorsque le vent le force de descendre, se condense et devient plus chaud qu'avant sa descente.

Il paraît probable que la capacité des corps solides et liquides s'accroît par l'expansion et diminue par la condensation; si cela est, l'addition des mêmes quantités de chaleur doit communiquer des accroissemens moindres de température à un haut qu'à un bas degré; ce qui doit, jusqu'à un certain point, rendre inexactes les indications du thermomètre, pour les degrés élevés, quoique probablement à une extension faible et de trop peu d'importance pour les objets de pratique; et cette cause d'inexactitude paraît être en opposition avec une autre, laquelle est que les liquides semblent être d'autant plus expansibles par la chaleur que leur température est plus élevée.

La chaleur latente est celle que les corps fixent ou dégagent lorsqu'ils changent de forme. C'est particulièrement l'eau qui fait une grande dépense en cette chaleur.

De l'eau gèlée, laquelle n'est plus proportionnée par du calorique pour la saturation de son oxigène, devient à excès de ce principe, le calorique soustrait n'étant pas remplacé par de l'hydrogène. C'est le seul corps en état d'éprouver cet effet. De-même, de l'eau qui est échauffée devient à excès d'hydrogène, et lorsque les deux eaux ainsi oppositement constituées sont mêlées, elles se saturent par leurs élémens en excès, et le calorique de l'une, qui ne peut plus être remplacé par l'hydrogène pris en combinaison par l'oxigène de l'autre, reste avec cette eau, et si le rapport est bien saisi, j'entends, dans l'oxigénation et l'hydrogénation, la température se fixe à O° R. L'eau sursaturée d'hydrogène devient, comme tout autre corps qui est soussaturé d'oxigène, susceptible d'hydratation, et la glace l'hydrate sans, à cet effet, déposer du

calorique, étant par elle-même suroxigénée. De l'eau liquide froide, que l'on mêle avec de l'eau chaude, hydrate également cette eau et dépose alors du calorique. C'est sur cela qu'est fondé le phénomène jusqu'ici inexplicable et qu'on attribuait à une prétendue expulsion de la chaleur d'entre les interstices de l'eau, du refroidissement plus prompt, l'enlèvement de la chaleur étant déduit de ce liquide chaud qu'on mêle avec de l'eau froide, que de celui qu'on abandonne à son refroidissement naturel.

L'eau vaporisée à une chaleur d'ébullition est voisine d'être résoute en ses deux gaz, mais par du calorique trop peu tendu pour en opérer la séparation. La vapeur d'eau est avidement hydratée par de l'eau liquide qui, à cet effet, dépose beaucoup de calorique. Cette vapeur, étant hydratée par l'oxigène sous-gazeux de l'air, conserve sa chaleur, parce que l'hydrogène qui est pris en combinaison ne peut plus la déplacer. La température de l'hydratation de la vapeur par de l'eau, lorsque les proportions sont exactes, est ramenée au degré de l'ébullition dans l'air, et celle de l'hydratation de l'eau par la glace, à la température de la glace fondante, ce qui démontre que ces combinaisons se font dans des rapports déterminés.

L'air éprouve de la part des grandes chaleurs un effet qui lui est commun avec les solutions d'autres corps. Une température élevée, en sursaturant l'eau d'hydratation de calorique, détermine, par une espèce d'effet vaporisant, sa séparation d'avec l'eau de solution, laquelle se précipite. C'est ainsi que naissent en été les orages dont l'apparition correspond le plus souvent au moment le plus chaud du jour, lequel est celui de 2 à 3 heures de l'après-midi; et lorsque cet effet arrive, le calorique que la retraite de l'eau dissolvante développe contribue naturellement à l'augmenter. Aussi voit-on la condensation croître autour du point primitif avec une rapidité si grande, qu'en un instant le ciel se trouve couvert de nuages. Une chaleur étouffante, laquelle provient, partie d'un commencement général de l'effet, et partie de ce que l'air n'assimile plus le calorique qu'il reçoit du soleil, précède toujours la première naissance de ce phénomène, et l'on peut prédire qu'il se reproduira lorsqu'après son explosion le baromètre ne remonte pas considérablement et que le thermomètre ne redescend pas dans la même proportion.

On ne peut s'empêcher de voir dans l'influence du soleil sur la température de l'atmosphère une tension communiquée au calorique par cet astre levant, et un effet opposé produit dès l'instant qu'il se couche. Je considère le soleil comme se couchant, immédiatement après qu'il a passé au méridien du lieu. Il semble même que dans la dernière circonstance le soleil attire du fluide électrique de l'air sa partie lumineuse, et laisse dans l'atmosphère sa partie calorifique; ce qui expliquerait l'incidence de la plus grande chaleur du jour à la 2.e ou 3.e heure après que le soleil a commencé de s'éloigner; et le matin, à son lever, il semble à la chaleur réincorpérer de la lumière qui la fait passer de-nouveau à l'état de fluide électrique; ce qui produit la coudensation nébuleuse dont le ciel se couvre très-souvent 2 ou 3 heures après le lever du soleil, et qui a pour caractère particulier d'occasionner une baisse du thermomètre plutôt que la hausse de cet instrument, laquelle est naturelle et propre à toutes les condensations. La marche de l'électromètre s'accorde avec ces changemens dans l'état du calorique de l'air, et si le soir l'air est souvent rapidement refroidi, cela dépend de ce que la cessation de l'influence décomposante de la lumière laisse à la chaleur la faculté de de-nouveau se tendre en fluide électrique, dans quel cas il se dépose de la rosée, ou à l'air, celle de s'assimiler cette chaleur : ces effets sont un présage de temps clair pour le lendemain.

Dans l'effet de la compression refoulante des fluides aériformes on doit distinguer le rapprochement des parties, lequel exprime la chaleur interposée et dont la quantité est en raison composée des volumes et des masses, d'avec le déplacement du calorique par une combinaison, et en outre la séparation de ce dernier d'avec l'oxigène, par un effet d'expression. Refoulez de l'hydrogène, et vous n'exprimerez que de la chaleur, malgré que ce principe soit regardé comme le gaz qui possède la plus grande capacité pour le calorique. Le gaz azote, le gaz acide carbonique, le gaz nitreux, etc., donnent de la lumière à cause que leur oxigène en contient. Les mélanges gazeux d'oxigène et d'hydrogène, d'oxigène et d'azote, d'hydrogène et de gaz muriatique oxigéné, d'oxigène et de gaz nitreux, du même oxigène et de gaz sulfureux, d'hydrogène et d'azote, donnent et doivent donner du calorique de

décomposition ou déplacé par l'hydrogène, soit libre, soit engagé, d'avec l'oxigène ou d'avec les gaz oxigénés ou oxidés. Ceci confirme que le seul engagement que le calorique peut contracter est avec l'oxigène, et que, dans tout phénomène de combustion, cet agent est toujours délogé par de l'hydrogène de cet engagement. Un fait curieux se présente dans ces expériences, lequel est qu'à puissances comprimantes égales, la réduction de volume, soit d'un gaz oxidé seul, soit d'un mélange combinable, est infiniment plus considérable lorsqu'on opère dans un tube de verre ou transparent que dans un autre de métal ou opaque; et que dans le premier tube l'action refoulante sur le piston est beaucoup moins sensible. Cela doit dépendre de ce que le calorique exprimé et constitué, par l'effet de la compression en modification de lumière, peut traverser le verre, et se séparer à demeure en se répandant dans l'espace, tandis que par le métal cette lumière est interceptée et de-nouveau transformée en chaleur, et peut agir pour dilater les gaz. Ce fait établit merveilleusement l'identité des matières de la lumière et de la chaleur, et la conversion de celle-ci en l'autre par un rapprochement de parties qui en augmente le ressort. Il y a encore, dans cette expérience, le fait curieux de la combinaison entre des gaz, en vertu du ressort lumineux que l'on communique au calorique, lequel rend raison du même résultat lorsqu'on allume un mélange de purs gaz hydrogène et oxigène; la lumière d'un corps allumé, ou celle du soleil qu'on fait agir sur ce mélange, imprime au calorique de l'oxigène, soit successivement, soit à-la-fois, ce ressort lumineux, lequel le rend incapable de se maintenir en engagement.

Dans les mélanges de gaz oxidés et de gaz oxigène, l'inflammation, par l'approche de la flamme ou par la compression, a besoin de fournir du calorique, lequel se substituant près de l'oxigène du gaz oxidé, à l'hydrogène soussaturé, met celui-ci en état de s'oxider ultérieurement; car telle est la différence entre la combustion d'un corps réduit et celle d'un autre déjà oxidé, que la premiere peut être immédiate, et que la seconde exige toujours que du calorique, soit administré, soit séparé d'avec le corps oxidant, se substitue à l'hydrogène qui, par défaut de cet agent, est toujours parfaitement saturé par l'oxigène pour la nature de

son engagement actuel, comme l'oxigène l'est toujours par l'hydrogène, à raison de son contenu en calorique; de sorte que dans un corps oxidé, l'oxigène contient d'autant plus de calorique qu'il est saturé de plus d'hydrogène, et *vice versâ*. Ce rapport variant est le mobile de toutes les combinaisons, et l'adhérence de l'oxigène d'un corps, à de l'hydrogène en place de calorique, est le lien de tout ce qui existe combiné.

On a observé que, dans la compression des gaz, le calorique dégagé est d'autant plus abondant pour le gaz hydrogène et pour les gaz oxidés, que la température à laquelle on opère est davantage élevée; et l'on a encore trouvé cette différence entre l'exécution de l'expérience dans un tube de verre et un autre de métal, que dans le premier cas la reprise de volume du gaz comprimé excite moins de froid que dans le second.

Il n'y a pas de doute qu'à l'aide de la compression refoulante on ne parvienne à unir entre eux les divers gaz formant des combinaisons, soit à sec, comme pour les gaz ammoniacal, acide muriatique, acide carbonique, etc., soit comme pour l'acide sulfurique et pour le nouveau gaz de M. J. Davy, avec le secours d'un peu d'eau qu'on mettrait dans le tube, ou avec laquelle on le ferait communiquer par l'intermède d'une valvule.

M. Saissy a fait voir que les gaz comprimés ne deviennent lumineux qu'autant qu'il entre de l'oxigène dans leur constitution.

13. Dans tous les changemens chimiques des corps, il a un changement de température; et dans la plupart des cas où des gaz deviennent liquides, ou des liquides solides, il se fait un développement de chaleur; et *vice versâ*, il y a absorption de cet agent, lorsque des solides deviennent liquides, et des liquides gazeux. Par exemple, lorsque la substance très-inflammable que l'on nomme phosphore, et dont les propriétés seront ci-après décrites, brûle à l'air, on observe qu'il se condense une partie constituante particulière de ce fluide, et qu'une élévation considérable de la tempéra-

ture a lieu pendant le procédé. Lorsqu'un amalgame solide de bismuth et un autre de plomb, substances dont il sera parlé à l'article des composés métalliques, sont mêlés ensemble, ils deviennent liquides, et le thermomètre baisse pendant l'action.

Il y a cependant un nombre de cas où, malgré que des corps solides passent à l'état gazeux ou à celui de liquidité, un accroissement de température se fait remarquer. C'est ainsi que, dans l'explosion de la poudre à canon, malgré qu'un volume considérable de matière gazeuse soit mis en dégagement, il se produit une chaleur violente.

Il existe un cas où, au moment de la séparation de deux gaz, laquelle est accompagnée de dilatation; il se fait un réhaussement de chaleur; c'est celui où une petite quantité du gaz que j'ai nommé *euchlorine*, et qui est composé des substances que les chimistes français nomment gaz muriatique oxigéné et gaz oxigène, est légèrement échauffée dans un tube au-dessus du mercure, il se fait alors une explosion, du feu paraît, et les deux gaz occupent ensuite un volume plus considérable qu'avant l'explosion.

Ces différences marquent parfaitement le genre de calorique que par nos opérations nous séparons d'avec les corps. Ceux-ci sont-ils simplement condensés, c'est du calorique spécifique ou de température que nous en exprimons, et la chaleur prend toujours de la hausse; mais deux corps sont-ils combinés de manière à ce que l'hydrogène de l'un prenne la place du calorique de l'autre, cet agent déplacé sera de combinaison chimique. Deux corps solides peuvent se combiner de manière à ce que le produit prenne l'état gazeux, et que cependant du calorique se dégage. C'est le cas de la réaction entre le carbone et l'acide nitrique. Si l'oxigène

gène de l'azote passait en totalité au carbone, ou, ce qui n'est plus dans le figuré, mais en réalité, si l'acide sec carbonique reprenait entièrement l'eau de l'acide nitrique, en échange de son hydrogène, l'acide et l'azote seraient gazifiés, et il ne se dégagerait que peu de calorique, et seulement en raison de la différence de l'hydrogénation du premier acide sec, à celle du second également sec.

C'est pourquoi, lorsque la poudre à canon est faite dans une proportion de carbone par laquelle l'acide nitrique est entièrement décomposé, et tout le carbone acidifié, l'inflammation n'est pas très-vive, et l'expansion est moindre dans un rapport correspondant; cependant, si le carbone n'est oxidé que jusqu'au degré d'oxide carboneux, l'excès d'hydrogène aux proportions de l'eau, que contient cet oxide, détermine un déplacement considérable de calorique, lequel calorique, continuant de jouir de tout le ressort de son état libre, dilate beaucoup plus les gaz que s'il avait été engagé, et le même effet à lieu à l'égard du soufre dont l'oxigénation se borne à son état d'acide en *eux*. Son oxigénation en oxide ferait déplacer encore davantage de calorique. Il est à remarquer que le carbone ne s'acidifie pas en *eux*, et que le soufre ne s'oxigène pas en *oxide*, mais que les inverses ont lieu pour ces deux corps.

Il s'isole dans l'explosion de la poudre à canon, à l'aide de la combinaison entre l'acide sulfureux sec et l'oxide carboneux, l'un et l'autre naissans, une portion d'eau dont l'expansion incandescente augmente beaucoup la violence de ses effets.

Quant à la belle expérience du frère de l'auteur, sur le gaz muriatique suroxigéné, qui ne voit dans son résultat un corps qui sort de solution et se reconstitue en hydratation en déposant du calorique? C'est ainsi que les sels qui se cristallisent haussent la température de leur solution par tout le calorique que l'eau avait précédemment fixé pour les dissoudre, ou que l'eau d'hydratation dépose en reprenant les fonctions qui lui sont attribuées.

Dans le gaz muriatique oxigéné, l'acide muriatique sec est oxi-

géné en place d'être hydraté, comme dans le soufre, le carbone, l'azote, etc, les acides secs de ces corps sont hydrogénés en place d'être hydratés, et afin de le devenir, l'acide oxigéné à sa rencontre avec de l'hydrogène, et les acides hydrogénés à leur mise en rapport avec de l'oxigène.

L'oxigène, dans l'acide muriatique oxigéné, tient en vertu d'un défaut de calorique, de son côté, et dans ceux hydrogénés, l'hydrogène tient par un défaut du même agent, mais du côté des acides secs.

Veut-on dissoudre l'acide muriatique oxigéné dans de l'oxigène, et en faire de l'acide suroxigéné, il faut que cet oxigène apporte en combinaison une quantité de calorique qui surpasse sa saturation à l'état de gaz, à l'effet d'élever la totalité de ce principe à un degré voisin de cet état.

En dissolvant les acides hydrogénés dans de l'hydrogène, ce que l'on fait en composant les gaz hydrogènes sulfuré, carboné, azoté, etc., il se déplace au contraire davantage de calorique; ce qui établit si bien le défaut d'affinité entre l'hydrogène et le calorique, et l'affinité exclusive entre celui-ci et l'oxigène.

La formation des muriates suroxigénés, lesquels sont des muriates oxigénés dans un état de solution concrète par de l'oxigène, avait déjà ajouté à l'oxigène oxigénant ou de vice-hydratation un surcroît de calorique en vertu duquel ces muriates se sont suroxigénés, et le mode de séparation du gaz suroxigéné achève de le compléter.

Il n'est donc pas étonnant que dans la décomposition du gaz muriatique suroxigéné, par l'échauffement ou par une légère compression, il se trouve assez de calorique pour remettre l'oxigène suroxigénant à l'état de gaz isolé dont il était déjà très voisin ainsi que l'oxigène antérieurement hydratant, et pour qu'il en soit encore dégagé à l'état lumineux, l'oxigène qui se reconstitue en hydratation avec l'acide sec devant en déposer dans ce rapport.

L'eau qui sort d'une solution se constitue aussi à l'état liquide ou de saturation par du calorique, et cependant il se dégage en-

core de cet agent, déposé par de l'eau qui reprend son caractère d'hydratation près du corps.

Nous dirons seulement ici un mot sur la manière dont les muriates deviennent suroxigénés. Dans la lessive de leur confection, ces sels sont simplement oxigénés, et restent tels aussi long-temps qu'ils sont dissouts; mais si l'on évapore la lessive, et qu'on fasse cristalliser le sel, le calorique qui se sépare conjointement avec l'eau de solution s'unit à l'oxigène oxigénant, et le rend capable de devenir en partie dissolvant. L'oxigène, qui a reçu ce surcroît de calorique, ne pouvant se gazifier, ayant encore, à cet effet, un défaut de cet agent, et ne pouvant plus rester comme vice-hydratant, s'accumule ainsi en dissolvant, et le sel devient suroxigéné.

Lorsqu'on dissout un muriate suroxigéné dans l'eau chaude, ou même dans de l'eau à la température de l'air, il conserve son caractère de suroxigénation, lequel se manifeste par une moindre action destructive sur les couleurs des plantes; mais si on le dissout dans de la neige, cette action diminue, quoique pas au point où le sel est dans la lessive de sa préparation; ce qui dénote qu'à l'aide de la soustraction du calorique, une partie du sel se reconstitue en oxigène.

14. Comme on a essayé d'expliquer l'attraction en supposant l'existence d'une matière particulière, on a de-même tâché de rendre raison des effets produits par la répulsion calorifique, en les attribuant à un fluide subtil capable de se combiner avec les corps, et d'en écarter les parties, lequel fluide on a nommé *matière de la chaleur* ou *calorique*.

Plusieurs des phénomènes du calorique sont heureusement expliqués d'après cette idée, et entre autres le froid qui est produit pendant la conversion des corps solides en corps liquides ou en gaz, et l'accroissement de température qui accompagne la conden-

sation des gaz et la solidification des liquides ; mais d'autres faits ne se concilient pas aussi bien avec cette idée, et de ce nombre sont la production de la chaleur par le frottement et la percussion, et quelques-uns des changemens chimiques dont il vient d'être parlé. Il paraît que dans plusieurs corps la température s'élève par le frottement, sans qu'il y ait diminution de capacité (ce terme étant employé dans son acception vulgaire); et, dans plusieurs changemens chimiques qui sont accompagnés d'un accroissement de température, il paraît y avoir de-même un accroissement de capacité. Un morceau de fer qu'on fait rougir en le frappant avec un marteau, ne peut plus une seconde fois etre intensement échauffé, à-moins que préalablement il n'ait été mis au feu. On a expliqué cet effet en supposant que, par la percussion, la matière de la chaleur est exprimée du fer, et que le métal la récupère au feu; mais cette idée présente quelque chose de trop mécanique. L'arrangement des particules du fer est changé de cette manière par le martelage, et le métal devient cassant. D'après les expériences du comte de Rumford, le même morceau de fer peut, par une friction modérée, être long-temps tenu chaud; de sorte que si de la chaleur est exprimée, la quantité doit en être inépuisable. Lorsqu'un corps est refroidi, il diminue en volume, d'où il résulte que ses parties doivent s'être rapprochées; et lorsqu'un corps est dilaté par la chaleur, il est également évident que ses parties doivent s'être éloignées les unes des autres. Ainsi la cause immédiate du phénomène de la chaleur est le mouvement, et les lois de sa transmission sont précisément les mêmes que celles de la transmission de cette force.

Puisque la matière peut, par le refroidissement, être contraint à occuper un volume plus petit, il est évident que ses particules doivent avoir entre elles des espaces vides ; et puisque tout corps peut communiquer la force expansive à un autre corps ayant une température plus basse, c'est-à-dire, qu'il peut transmettre à ses particules un mouvement d'expansion, on peut, avec vraisemblance, en inférer que ses propres particules sont en possession du mouvement : cependant, comme il ne se fait point de changement dans la position des parties du corps aussi long-temps que sa température reste la même, ce mouvement, s'il existe, doit être vibratoire ou d'ondulation, ou un mouvement des particules autour de leur axe, ou des particules les unes autour des autres.

Il semble qu'on peut expliquer tous les phénomènes de la chaleur, en supposant que dans les corps solides les particules de la matière se trouvent dans un état continuel de mouvement vibratoire, celles des corps les plus chauds se mouvant avec plus de vitesse et à travers d'espaces plus grands que dans les corps liquides et dans les fluides élastiques, outre le mouvement vibratoire qui dans les derniers doit être conçu le plus grand, les particules exécutent un mouvement autour de leur axe avec des vîtesses différentes, les particules des fluides élastiques se mouvant avec le plus de rapidité ; et que, dans les fluides éthérés, les particules se meuvent de-même autour de leurs propres axes et séparement les unes des autres, dans des lignes droites, à travers l'espace. On peut concevoir que la température dépend de la vîtesse des vibrations, et l'accroissement de capacité, du mouvement qui s'exécute dans un plus

grand espace ; et la diminution de la température pendant la conversion des solides en liquides ou en gaz peut être expliquée d'après l'idée de la perte du mouvement vibratoire ensuite de la révolution des particules autour de leurs axes au moment où le corps devient liquide ou aériforme, ou d'après l'idée de la perte de vîtesse dans les vibrations en conséquence des particules qui se meuvent par des espaces plus grands.

En admettant une matière particulière de la chaleur, on doit, si l'on veut pouvoir rendre raison des phénomènes, la supposer en possession de la plupart des propriétés qu'on a attribuées aux particules de la matière ordinaire, et entre autres, celles de perdre son mouvement lorsqu'elle contracte des combinaisons avec d'autres corps, d'exciter du mouvement lorsqu'elle est transmise d'un corps à un autre, et d'en acquérir un de projection lorsqu'elle traverse des espaces libres ; de sorte que différentes hypothèses sont nécessaires pour expliquer son mode d'action, ce qui rend cette manière de considérer l'objet moins simple que l'autre.

On s'est assuré, par des expériences très-délicates, que des corps échauffés n'augmentent pas en poids. Ceci est conditionnellement une preuve contre l'existence d'un fluide élastique subtil comme cause de l'expansion calorifique ; mais cette preuve ne peut point être considérée comme décisive à cause de l'imperfection de nos instrumens. Ce n'est que par une bonne balance qu'on peut s'appercevoir qu'un pouce cube d'air inflammable a du poids, et une substance qui, avec cet air, serait dans le même rapport de pésanteur spécifique que l'air inflammable l'est avec le platine, ne

doit sans doute pas pouvoir être pesée par aucun des moyens qui sont à notre disposition.

On a tiré quelques argumens en faveur de l'existence d'un fluide spécifique de la chaleur, de ce que celle-ci se communique à des corps dans le vide; mais la physique expérimentale ne possède aucun moyen de produire un vide absolu, et celui le plus parfait de Torricelli doit encore contenir de la matière élastique. La grande capacité d'une matière aussi fortement raréfiée est un obstacle à l'indication de la température; mais, en supposant qu'il se fasse une communication de chaleur, les lois doivent en être les mêmes que celles de sa communication à l'air commun.

Si un long cylindre de métal, tenu perpendiculairement, est échauffé vers le milieu de sa longueur, la portion la plus échauffée sera dans le haut, à cause des particules chaudes du fluide élastique qui montent vers cette partie. Cependant si l'on chauffe une sphère dans son centre, la partie la plus chaude sera vers le bas, la matière élastique échauffée devant rester plus long-temps en contact avec la partie inférieure qu'avec la supérieure.

Les lois de la communication de la chaleur et la considération philosophique de ses effets sont indépendantes de cette question théorique, laquelle sera examinée sous de nouveaux rapports dans la partie de cet ouvrage qui traite des propriétés de la *matière éthérée* ou *rayonnante*.

L'auteur considère la cause de la chaleur comme une pure qualité, un non-être, tandis que nous l'envisageons comme une substance matérielle et un véritable corps.

Comme nous n'appercevons dans la nature que deux principes appartenans au globe, qui sont l'oxigène et l'hydrogène, et comme deux corps simples ne peuvent se combiner que dans la seule proportion de 1 à 1, si un troisième corps n'était intervenu, le monde serait resté sans organisation. Ce troisième corps qu'également nous appercevons, tant par sa forme que par ses effets, est le calorique.

Mais ce troisième corps, s'il avait appartenu à la gravité terrestre, aurait formé un nombre de combinaisons ternaires, et le monde serait également resté dans le néant.

Il fallait donc une substance qui appartînt à une planète étrangère, susceptible de se combiner avec l'un des principes de la substance du globe, et qui ne cessât d'être attirée par le centre de sa planète, afin que par son passage alternatif du soleil à la terre et de la terre au soleil, le mouvement de la matière pût se perpétuer.

Il fallait que le calorique, après avoir déplacé l'hydrogène d'avec l'oxigène, pût, dans certaines circonstances et à l'aide de sa tendance vers le soleil, à laquelle il doit son ressort, être à son tour déplacé par l'hydrogène d'avec le même principe.

Il fallait de plus que cette matière étrangère eût avec l'oxigène plus d'affinité que n'en a l'hydrogène, pour pouvoir se maintenir avec lui en combinaison et empêcher que par la réaction de l'hydrogène, l'activité de la matière ne fût de nouveau éteinte, comme cela serait arrivé si à la distance du soleil où actuellement nous nous trouvons l'hydrogène avait pu, à son tour, enlever entièrement l'oxigène au calorique.

Cette plus grande affinité du calorique que de l'hydrogène avec l'oxigène est manifeste par les proportions dans lesquelles se compose l'eau; car si les affinités étaient égales, 50 d'oxigène et 25 d'hydrogène avec autant de calorique formeraient 75 d'eau en poids, et 100 en poids et force de saturation réunis, tandis que 60 d'oxigène se saturent de 51 de calorique et seulement de 8 d'hydrogène, pour produire ce liquide en quantité de 68 en poids, et 120 en poids et force de saturation ensemble.

Cette plus grande attraction résulte encore de la faculté qu'à le calorique d'enlever totalement l'oxigène à l'hydrogène pour contracter avec lui un engagement binaire qui est le gaz de ce principe; et elle résulte bien particulièrement de ce que dans aucune combinaison l'hydrogène ne peut saturer l'oxigène en même proportion que le calorique.

Il fallait que l'oxigène fût nécessairement toujours saturé, soit d'hydrogène, soit de calorique, ou des deux à-la-fois dans des rapports varians, mais toujours saisis pour cette saturation; et il fallait aussi que l'hydrogène n'eût aucune affinité avec le calorique, et qu'il pût sortir de combinaison, tant seul qu'engagé avec une base et rédoit, et ainsi engagé, et sousoxidé aux proportions de l'eau, ou bien combiné avec l'oxigène et le calorique, et formant l'eau.

Il fallait que dans une combinaison quelconque de la matière, du calorique pût se substituer à de l'hydrogène libre ou engagé, et du tel hydrogène à du calorique. Cette substitution a pour fondement l'aversion des deux saturans de l'oxigène de se trouver dans un corps en excès de l'un ou de l'autre à cette saturation, quoique la nature et l'art puissent obliger le calorique et non l'hydrogène à cette sursaturation, comme la première le fait dans les divers règnes organisés, et le second dans toutes les opérations où on emploie le feu.

Ces diverses conditions ont lieu dans la pratique, et elles sont remplies théoriquement lorsqu'on admet comme matérielle la cause de la lumière, de l'électricité et de la chaleur.

Tout rapprochement des parties exprime des corps du calorique, et le fer, dont on resserre les pores par le martelage, subit cette expression. Il n'est donc pas étonnant qu'un tel corps ne puisse denouveau se prêter à la même expression, qu'après avoir repris l'arrangement primitif de ses parties. Une éponge pressée que l'on trempe dans l'eau ne se mouille que dans le rapport qu'elle conserve des intervalles pour admettre ce liquide; et c'est moins le calorique que sa forme primitive que le fer récopère au feu; car tout autre moyen par lequel cette forme lui serait restituée, le mettrait à même de reprendre ce calorique sur la chaleur de la température dont il affecte

la qualité. C'est ce qui fait qu'un morceau de fer que l'on bat donne d'autant plus de chaleur on est d'autant plus prompt à rougir que sa température est d'avance plus élevée, et que, sous un martelage modéré, dont le ressort du métal peut réparer les effets, le fer ou un autre corps quelconque élastique peut devenir une source inépuisable d'échauffement, la perte du calorique étant successivement réparée aux dépens des corps ambians.

Ainsi, à partir du briquet dont le feu fait rougir les parcelles de métal que le caillou détache du fer, jusqu'à la chaleur que, par une percussion vive, M. Dessaignes a exprimée de divers corps susceptibles de compression, et à l'expérience brillante de Mollet, tout calorique détaché et qui n'a pas pour origine un changement dans la constitution chimique des corps, est de déplacement mécanique et appartient à la température, ou est de qualité thermométrique; mais la compression de gaz mêlés, susceptibles de s'unir, comme la percussion des corps thermoxidés ou thermoxidables par sousoxigénation, avec des combustibles oxigènes, font déposer du calorique dont la première portion est seulement exprimée, mais dont les autres sortent de combinaison par des effets qui sont tout-à-fait du ressort de la chimie.

Le calorique qui fait changer la consistance des corps est d'une nature particulière sous le rapport de ses combinaisons, et sa qualité peut être conçue intermédiaire entre le calorique chimique et celui de la température ou thermométrique.

La poudre à canon, dont l'explosion gazeuse dépose beaucoup de calorique, éprouve cet effet par une grande quantité d'hydrogène qui se substitue chez elle au calorique d'un thermoxigène par sousoxigénation, et néanmoins plusieurs de ses produits sont des gaz permanens. Il faudrait que dans un tel corps le mouvement, qui est un non-être et une force dont la nature est de s'éteindre dès l'instant qu'elle cesse d'agir, pût être comprimé et condensé de la même manière que l'est une substance matérielle, pour pouvoir ensuite reprendre un aussi énorme ressort.

Il n'a pas suffi, pour produire des changemens aussi variés, que le calorique appartînt à une gravitation étrangère, afin qu'il tendît

sans cesse à sortir de combinaison, il a encore fallu qu'il pût se modifier sous au moins trois formes différentes, à l'effet de pouvoir s'adapter à autant de séries de combinaisons qui exigent chacune un calorique diversement tendu. Le grand laboratoire où ces modifications s'opèrent est l'air, lequel n'est jamais en repos d'action sur le calorique, le distendant tantôt en chaleur, et le retendant tantôt en électricité : la présence du soleil concourt efficacement à ces effets.

VI. *De l'attraction chimique, et des lois de la combinaison et de la décomposition.*

1. Lorsqu'on agite ensemble de l'huile d'olive et de l'eau, ces deux substances refusent de s'unir et se séparent dans l'ordre de leur densité, l'huile surnageant l'eau. L'huile et l'eau ne se mêlent point intimément; elles ne se combinent point, et l'on dit qu'elles n'ont pas *d'attraction* ou *d'affinité* l'une pour l'autre; mais en mêlant l'huile avec de la lessive des savonniers ou solution de potasse dans l'eau, l'huile et la lessive s'unissent, et il se compose une espèce de savon que l'on peut obtenir sous la forme d'un corps solide mou en évaporant une partie de l'eau. Ceci offre l'exemple d'une *combinaison*, et l'on dit que la solution de potasse et l'huile s'attirent chimiquement, ou qu'elles ont de *l'affinité* l'une pour l'autre.

2. L'huile est à-peu-près insipide; mais la solution de potasse est une substance caustique qui corrode la peau et possède un goût fort. Le corps qui résulte de leur union, diffère aussi bien de l'huile que de l'alcali, en goût, odeur, couleur et dans toutes ses qualités sensibles. C'est un caractère général de la *com-*

binaison chimique de changer les qualités sensibles des corps.

Des substances corrosives et âcres deviennent souvent insipides par leur union, comme c'est le cas avec l'acide sulfurique et la chaux dont la combinaison forme du gyps ou sulfate de chaux.

Des corps n'ayant que peu de goût ou d'odeur acquièrent souvent ces qualités à un haut degré en s'unissant. Ainsi du soufre, qu'on fait brûler dans du gaz oxigène ou dans l'air commun, se dissout et forme un fluide élastique ayant une odeur extrêmement pénétrante et désagréable, et une saveur particulière. Les formes des corps ou leurs densités sont aussi ordinairement changées; des solides deviennent liquides, et des solides et des liquides deviennent des gaz, et les gaz sont souvent transformés en liquides ou en solides. C'est ainsi que du sucre, du sel ou de talc se dissolvent dans l'eau. La consomption du charbon dans nos feux a pour cause sa solution dans un des principes de l'air, avec lequel il forme un fluide élastique invisible. Du mercure que l'on échauffe avec la moitié de son poids d'étain devient solide, et cette combinaison sert à étamer les miroirs. Le gaz produit par la combinaison du charbon se laisse condenser par un autre gaz que l'on obtient du mélange de la chaux avec le sel ammoniaque, fait sur le mercure. Ces deux gaz, qui sont l'un et l'autre invisibles, se combinent en une matière saline blanche, solide.

3. Un grand nombre de substances peuvent être unies par affinité ou attraction chimique. Ainsi du sel, du sucre et de la potasse peuvent être dissouts ensemble

dans l'eau; et de l'alcali minéral, du sable et de l'oxide de plomb vitreux, étant fondus ensemble, se combinent en verre. On forme de-même de la porcelaine en faisant chauffer ensemble des mélanges de différentes terres. Dans plusieurs productions de la nature, diverses substances se trouvent également unies entre elles en une masse ou un composé. De cette manière un grand nombre de pierres et de gemmes peuvent être résous en différens élémens, et, dans les règnes végétal et animal, il se trouve à peine un composé qui ne contienne pas davantage que deux principes; et une constitution compliquée parait en général caractériser l'organisation.

La solution décompose plutôt qu'elle ne compose les corps. L'eau unie aux corps par affinité d'hydratation en est séparée par l'eau de solution, quoique pas assez parfaitement pour qu'il cesse d'y avoir de l'adhérence, et la seconde eau est alors hydratée par la première. Je ferai voir, à l'article *combustion*, que les corps s'hydratent par un restant d'affinité avec l'oxigène et par défaut de pouvoir davantage s'associer ce principe non composé, en le séparant d'avec le calorique. C'est pourquoi j'ai nommé cette opération *plusoxidation*, les corps qui la subissent s'oxidant davantage par de l'eau qu'une perte de calorique a rendue oxigénée. Cette opération est la seconde et la dernière par laquelle les corps sont chimiquement unis, la première étant d'oxidation, et toutes les autres étant de plusoxidation, ou des procédés dans lesquels de l'hydrogène prend, près de l'oxigène, la place du calorique. Ce sont les vrais procédés de composition; ceux où le calorique prend la place de l'hydrogène sont tous de décomposition, et réduisent la matière à un état de composition plus simple; ainsi, le calorique qui avait d'abord organisé la matière en la surcombinant et faisant varier sa composition, tend, dans l'état où naturellement elle se présente, à la décombiner

On doit ranger au nombre des plusoxidations, outre les unions hydratantes de l'eau avec les divers corps, pendant lesquelles il se développe

de calorique, ou de la glace avec les mêmes corps, sans que la température baisse, l'eau congelée étant d'elle-même à excès d'oxigène par défaut de calorique, et les autres combinaisons, telles que d'acides avec des oxides, d'acides et d'oxides entre eux, de sels avec des acides ou des oxides, etc., sont des plusoxidations par attraction élective, et ont lieu, soit immédiatement, et alors sousdéplacement de calorique, ou par substitution à de l'eau d'hydratation ou à un autre corps plusoxidant et toujours avec déplacement de plus ou moins de calorique, la mesure de la faculté déplaçante sur cet agent réglant celle de l'affinité.

La plupart des corps plusoxidés par des plusoxidans autres que l'eau, sont encore susceptibles d'être plusoxidés, soit par de l'eau, soit par un troisième ou quatrième corps. Les sels se plusoxident, tantôt par de l'eau, et tantot par des acides ou des oxides; et tout dans la nature, hors les corps réduits et ceux simplement oxidés, doit être regardé comme sel; et les combustibles acidifiables ainsi que l'acide muriatique lequel est un combinant acidifiable et non, comme on l'a dit, un acidifiant sans décomposition, sont constitués pour le devenir; aussi un acide non-métallique est-il un composé d'acide sec hydraté par de l'eau. Dans les règnes organiques, lorsqu'on en exempte celui de l'air, les plusoxidations salines se multiplient à l'infini. Tout y est acide, oxide ou sel plusoxidé par acides, oxides ou autres sels.

La solution a pour caractère d'exciter du froid, et son effet est de substituer du calorique à de l'hydrogène, et par conséquent de décombiner. Cette opération, si elle n'est pas antichimique à cause de l'adhérence, qui se conserve, et de la nouvelle combinaison entre l'eau oxigénée par souscalorication, et celle hydrogénée par surcalorication qui se forme, n'est du-moins plus chimique; la nature des corps peut encore être connue après la solution.

4. Pour que l'attraction chimique puisse s'exercer entre les corps, il faut qu'ils soient mis en contact apparent; ainsi un corps ne peut agir chimiquement sur un autre corps dont il est sensiblement distant.

5. Un mouvement libre entre les parties des corps,

ou un défaut de cohésion, favorise beaucoup la combinaison. Cette condition est si marquée, qu'autrefois on regardait comme un axiome, lequel est encore de nos jours conservé dans quelques livres élémentaires sur la chimie, que les corps, pour agir chimiquement, avaient besoin que l'un d'eux fût liquide ou aériforme. Toutefois, une généralisation aussi illimitée est incorrecte ; car, par exemple, du muriate cristallisé de chaux et de la neige, l'un et l'autre à O° de Fahrenheit, se liquéfient mutuellement ; et des cristaux d'acide oxalique avec de la chaux sèche, étant traités de la même manière, se combinent rapidement; cependant les corps les plus durs et les plus denses n'éprouvent des changemens chimiques qu'avec la plus grande difficulté. C'est ainsi que le saphir, sous sa forme cristallisée, n'éprouve pas la moindre action de la part de l'acide sulfurique avec lequel on le fait bouillir, tandis que, réduit en poudre fine, il en est facilement dissout, comme étant de la terre alumineuse. Une division menue, la solution ou la fusion des corps, sont requises dans la plupart des procédés de la chimie. Dans les arts chimiques, ces conditions sont toujours remplies, et, dans les phénomènes de la nature, le commencement des opérations chimiques peut, dans presque tous les cas, être attribué à l'action de fluides élastiques ou aériformes. Ainsi, dans le flanc des rochers et des montagnes, où l'eau et l'air ne peuvent pénétrer, tout est permanent et en repos, sans altération ni mouvement; tandis que là où de l'eau ou de l'air deviennent agissans, une décomposition lente a lieu ; et ces agens changent peu-à-peu la surface du globe, rendent le sol plus fertile, et décomposent et dégradent les couches extérieures du globe.

La solution dans l'eau, laquelle met les corps hors de combinaison d'avec l'eau hydratante dont ils sont composés en espèces de sels, en remplissant près d'eux, et tant près des acides que près des oxides, la fonction d'acide les rend plus susceptibles d'agir et d'éprouver de l'action. Dans la fusion par le feu, l'hydrogène déplacé, quoique inamoviblement et rendu par-là plus libre, est plus prompt à s'engager si déjà il ne l'est pas, et s'il l'est, il devient ultérieurement combinable. Dans les décompositions que favorisent de nouvelles compositions, le calorique se substitue également à l'hydrogène du corps hydraté près de l'oxigène du corps hydratant, et détermine ainsi quelquefois des combinaisons contraires à l'ordre des affinités, sur-tout lorsque le corps temporairement déplacé sort de combinaison, soit que ce corps ou le nouvel engagement se volatilise ou occupe, dans le produit de la réaction, des couches différentes assignées par la différence de leur densité. On voit ainsi, dans le traitement des mines, l'acide du soufre être déplacé par le calorique d'avec l'hydrogène d'un métal, et s'unir à un autre métal avec lequel il a moins d'affinité, parceque, au degré de calorication où il se trouve, il ne peut rester uni au premier; mais que pendant le refroidissement on remue la matière, et le soufre reprendra, autant que les circonstances le permettent, son primitif engagement: c'est ainsi que de l'oxigène davantage caloriqué passe des combustibles qui l'attirent plus fortement à d'autres par lesquels il est moins attiré, et dont, par conséquent, la nature est de le contenir moins condensé ou moins soustrait dans son calorique.

L'eau ne fait plus guères qu'hydrater les corps de la surface de la terre, à-moins qu'elle ne pénètre jusqu'à des métaux ou des sulfures oxidables. L'eau, dans ce cas, n'est pas décomposée, mais elle se substitue en entier, ou par son oxigène et son hydrogène en même temps, à l'hydrogène du corps. C'est ainsi que dans les volcans le fer et le soufre sont à-la-fois substitués dans leur hydrogène par l'eau, le métal étant oxidé, et le soufre hydraté en son sousacide sec ou en acide déplacé par de l'eau, dans la portion de l'hydrogène qui l'hydrogénait en soufre. Le calorique que l'hydrogène non-substitué, tant du métal qui n'est qu'oxidé que du soufre qui est seulement sous-acidifié, déplace d'avec l'oxigène de l'eau qui s'en sursature, joint à celui que l'hydrogène sulfuré, en venant en contact avec l'air, sépare d'avec l'oxigène de ce fluide, donne lieu aux phénomènes de feu in-

terne

terne, et d'inflammation externe, dont l'éruption des volcans offre le spectacle.

L'air oxide principalement l'hydrogène que l'eau déplace d'avec les corps tant minéraux qu'organisés végétaux et animaux qui entrent en fermentation. Cette combustion est peu visible à cause que l'eau formée est prise à mesure, en combinaison dissolvante par l'air, conjointement avec la plus grande partie du calorique développé. L'air libre, ou sur lequel peuvent réagir les influences composantes de son règne, détermine l'oxidation en eau, de tout l'hydrogène qui se dégage dans son sein, en vertu de l'affinité d'assimilation qu'il exerce sur ce liquide, laquelle affinité consiste à le reprendre avec moins de calorique qu'il ne contient, dans son état incombiné. C'est une affinité de plus fort oxigène qui s'exerce par une action éloignée.

6. Lorsque des poids égaux de magnésie et de chaux vive réduites en poudre fine, ainsi que de l'eau forte ou acide nitrique affaibli, sont melés ensemble, et qu'on laisse le mélange se reposer pendant quelques heures, si ensuite on l'examine attentivement, on trouvera que la chaux sera dissoute, et que la magnésie restera intacte. Cependant cette dernière terre, si elle avait été seule, aurait également été dissoute. C'est de-là qu'on a dit que la chaux exerce sur l'acide nitrique une attraction plus forte que la magnésie.

Ceci est également prouvé par une expérience d'une nature différente. Il est facile de se procurer une dissolution de magnésie dans l'acide nitrique, en échauffant ensemble ces deux corps; et l'on obtient aussi facilement une solution de chaux dans l'eau, en agitant avec ce liquide distillé, de la chaux vive réduite en poudre. Versez la solution de chaux dans la dissolution de magnésie, il se séparera une poudre blanche qui se déposera peu-à-peu au fond du vase dans

lequel on fait le mélauge. Quand on examine cette poudre, on reconnaît que c'est de la magnésie, et l'on dit que la magnésie est précipitée de l'acide nitrique par l'effet de la plus forte affinité de la chaux avec cet acide.

Tous les corps qui diffèrent de nature diffèrent aussi en force de combinaison ; et quelques phénomènes chimiques très-importans daus les arts dépendent de cette circonstance. Ainsi la matière astringente ou tannante qu'à l'aide de l'eau on extrait d'écorces d'arbres, peut être séparée de ce liquide par des peaux d'auimaux préparées, ensuite de leur plus forte affiuité avec cette matière, et ces peaux, de destructibles par l'eau bouillante et de décomposables qu'elles étaieut, deviennent indestructibles et indécomposables. De la même manière l'iudigo et autres matières colorantes sont séparés de leurs solutions, par les fibres végétale et animale, et de nouvelles combinaisons sont effectuées. On peut citer un grand nombre d'exemples du même genre.

7. Les différens corps s'unissent entre eux avec différens degrés de force ; ce qui fait que certains corps font sortir d'autres corps de quelques-unes de leurs combinaisons ; d'où résultent des décompositions réciproques entre différens composés. On a appelé cet effet *double affinité* ou *attraction chimique complexe*. Ainsi, si une solution aqueuse neutre de chaux et d'acide nitrique et une semblable solution de magnésie et d'acide sulfurique sont versées ensemble, la chaux quittera l'acide nitrique pour s'unir à l'acide sulfurique ; la combinaison de la magnésie avec l'acide nitrique restera en solution, mais celle de la chaux avec l'acide sulfurique, laquelle est seule peu soluble dans l'eau,

sera en très-grande partie précipitée sous la forme d'une poudre blanche.

Dans plusieurs cas, des décompositions qui ne peuvent être obtenues par des attractions simples sont produites par de doubles affinités. Ainsi les élémens du sulfate de baryte, ou de la combinaison de l'acide sulfurique avec la terre nommée baryte, sont si intimément unis qu'aucun alcali ni terre n'est capable de les désunir. La potasse, qui a une très-forte affinité avec l'acide sulfurique, ne peut seule en séparer la terre. Cependant si cet alcali uni à de l'acide carbonique est tenu pendant quelque temps en digestion avec du sulfate de baryte pulvérisé, il s'opérera une double décomposition, et il se formera des combinaisons, d'un côté, de l'acide sulfurique avec la potasse, et, de l'autre côté, de l'acide carbonique avec la baryte.

8. Si 1 partie en volume de gaz oxigène pur, et 2 parties, également en volume, de gaz hydrogène pur, sont mêlées dans un tube de verre tenu sur le mercure et pourvu de fils de métal pour faire passer l'étincelle électrique à travers le mélange (voyez planche 1, figure 6), et qu'à l'aide de cette étincelle on l'enflamme, les gaz disparaîtront, et il se formera de l'eau. En employant une partie d'oxigène et une autre d'hydrogène, une demie partie du premier restera incombinée; et, dans quelque proportion qu'on fasse le mélange, on remarque que 1 d'oxigène condense toujours 2 d'hydrogène. Il résulte de-là que l'oxigène et l'hydrogène ne se combinent que dans une seule proportion déterminée, et que l'eau est toujours la même dans sa constitution.

Lorsque dans un récipient de verre, rempli aux deux tiers de sa capacité de gaz oxigène, et tenu sur le mercure, on introduit un morceau de charbon bien brûlé, et qu'après avoir ramené le mercure au niveau on enflamme le charbon à l'aide d'un verre ardent (voyez planche 2, fig. 7), le gaz, dans le principe, sera dilaté; mais après l'expérience on reconnaîtra que son volume ne s'est pas sensiblement altéré; et, si le charbon s'est trouvé en assez grande quantité, on remarquera que le total de l'oxigène se sera converti en acide carbonique. Or, les densités des gaz oxigène et acide carbonique, de quelque manière que ces substances aient été obtenues, sont toujours les mêmes, et dans le rapport d'environ 34 à 47; d'où il résulte que l'acide carbonique doit constamment contenir les mêmes poids d'oxigène et de charbon. Si le récipient contient le double de l'oxigène qui est requis pour consumer le charbon, la moitié en restera incombinée; et lorsque c'est le charbon qui reste en partie non-combiné, malgré que la quantité du gaz soit la même, celui-ci contient toujours, en poids, 45. 7 de carbone et 15 d'oxigène.

Il existe un gaz inflammable nommé oxide carbonique, lequel brûle avec une flamme bleue et qu'on peut obtenir en faisant rougir ensemble de la limaille de zinc et de la craie. Lorsque 2 en volume de ce gaz avec 1 en volume de gaz oxigène sont soumis à l'action de l'étincelle électrique audessus du mercure, il se fait une inflammation, et le produit est exactement 2 volumes de gaz carbonique; il ne se forme aucun autre composé, et le poids du gaz acide carbonique correspond précisément aux poids réunis des gaz oxide carbonique et oxigène mis en expérience; ainsi il est

évident que le gaz oxide carbonique contient au juste la moitié autant d'oxigène que le gaz acide carbonique, c'est-à-dire, que 5.7 de charbon exigent 7.5 d'oxigène pour devenir oxide carbonique. Ceci résulte également de la décomposition de l'acide carbonique ; car si à travers cet acide tenu sur le mercure on fait éclater des étincelles électriques, il se dilatera, une partie en sera décomposée, et 2 volumes de gaz carbonique se trouveront convertis en 2 de gaz oxide carbonique et 1 de gaz oxigène.

Lorsque le sel nommé nitrate d'ammoniaque est décomposé par le feu, il se dégage un fluide élastique connu sous le nom d'oxide nitreux. Si l'on mêle 1 volume de ce gaz avec 1 volume de gaz hydrogène, et qu'à travers le mélange on tire des étincelles électriques, il se fait une inflammation ; de l'eau est formée, et il reste 1 volume d'un fluide élastique qui est de l'azote. Comme 1 volume d'hydrogène prend un demi volume d'oxigène pour former l'eau, il en résulte que le gaz oxide nitreux doit être composé de 2 volumes d'azote et de 1 volume d'oxigène, réduits par la condensation à un espace égal à 2 volumes.

La dissolution du cuivre dans l'acide nitrique donne naissance à un gaz d'une nature particulière. Si on fait passer une petite quantité de ce gaz dans un tube recourbé (voyez planche 2, fig. 8) sur le mercure, et qu'on y fasse sublimer du métal d'arsenic, ce gaz sera peu à peu décomposé ; il se formera une combinaison solide d'arsenic et d'oxigène que, par la comparaison du poids de l'azote restant avec celui du gaz oxide nitreux employé, on trouvera contenir un demi volume d'oxigène et un demi volume de gaz résidu, lequel est de l'azote.

Ainsi, comme de l'azote combiné avec 1 proportion d'oxigène forme de l'oxide nitreux, combiné avec 2 proportions du même principe, il forme du gaz nitreux, et 1 volume de ce dernier gaz mêlé, audessus de l'eau, avec un demi volume de gaz oxigène, se condense en entier, et donne lieu à une solution de gaz acide nitreux dans l'eau; de-sorte que ce gaz acide doit consister en azote avec 4 proportions d'oxigène, l'oxide nitreux étant considéré comme de l'azote avec 1 proportion de ce principe; et les quantités dans ces deux corps sont invariablement les mêmes (*).

Il serait facile de citer un grand nombre de faits des-

(*) On calcule ainsi les nombres représentant les élémens des corps : la plus petite quantité, formant un rapport déterminé avec une ou plusieurs autres quantités, est toujours la donnée, que ce soit la première, deuxième, troisième, quatrième ou autre quantité ajoutée dans la combinaison. Le potassion forme deux combinaisons avec l'oxigène; 100 de ce métal en poids se combinent avec 20. 1 d'oxigène pour former la potasse pure, et avec 57. 8 pour former l'oxide de potasse orangé. On prend le plus petit nombre 20. 1, et comme 20. 1 : 100 : : 15, le nombre représentant l'oxigène sur 74 : 99; ou en additionnant la petite quantité fractionnelle avec 75; et 57 8 est environ 3 fois 20 : et la différence peut être facilement expliquée, en supposant que dans les expériences sur le peroxide, il est à peine possible de convertir tout le métal en potassion.

Voici un autre exemple dans lequel la donnée est tirée du peroxide. Le peroxide de plomb contient de 3 à 3.5 par cent, plus d'oxigène que le minion; et le premier oxide que nous connaissons de ce métal, ou le massicot, est composé environ de 100 de plomb et de 7.52 d'oxigène; le minion, de 100 de métal et de 10 à 12 d'oxigène; et l'oxide puce, de 100 de plomb et environ de 15 d'oxigène; et la plus petite parmi ces proportions est 3. 76 d'oxigène, et 3. 76: 100 : : 15 est à 398, le nombre représentant le plomb; et le massicot est supposé contenir deux fois cette quantité d'oxigène, 398: 30 : : 100 est à 7, 53.

quels il résulte que, dans tous les corps gazeux composés, les quantités des élémens sont uniformes pour chaque espèce de composé (*), et que lorsque deux élémens gazeux se combinent dans plus d'une proportion, la seconde ou la troisième proportion est toujours un multiple ou un diviseur de la première; et le cas

(*) Depuis long-temps on sait généralement que dans les composés gazeux les proportions sont déterminées; mais M. Higgins est, je pense, le premier qui a conçu que, lorsque deux gaz se combinent dans plus d'une proportion, toutes les proportions du même élément étaient égales; et il fonda cette idée, qu'il rendit publique en 1789, sur l'hypothèse corpusculaire que les corps se combinent particule à particule, ou par une particule avec deux, avec trois ou avec un plus grand nombre. Vers 1802, M. Dalton adopta une semblable hypothèse, probablement sans rien connaître de ce que M. Higgins avait publié à cet égard, et il étendit ses vues aux composés en général. Richter semble être le premier chimiste qui a fait voir que dans la décomposition des sels neutres, par des doubles affinités, l'état de neutralité est maintenu, et également que, lorsqu'un sel métallique est décomposé par un métal, tout l'oxigène et tout l'acide sont transportés, que le métal seul est échangé, et que la nouvelle dissolution est aussi neutre que la première. On s'est assuré, par différentes expériences, que dans certains cas où des solides se dissolvent dans des gaz, le volume n'est pas changé, et on a quelques exemples de combinaisons entre des gaz dans lesquelles les volumes observent des rapports simples les uns vis-à-vis des autres, comme dans l'oxide nitreux et dans l'eau; cependant M. Gay-Lussac est le premier physicien qui entreprit de généraliser le phénomène, et qui fit voir que dans tous les cas où des gaz sont combinés, c'est toujours dans des rapports simples de volume, 1 à 1, ou 1 à 2, ou 1 à 3, et que la condensation, s'il s'en fait, a lieu dans un rapport simple. Il fit connaître ses idées très-ingénieuses sur cet objet vers la fin de 1808. M. Berzelius, dans un ouvrage publié en 1810, a déterminé très-correctement quelques-unes des proportions déterminées de plusieurs composés importans. Voyez *Higgins's comparative view. Dalton's, new chemical philosophy. Richter, ueber die neuern gegenstaende der chemie; mémoires d'Arceuil, tome* 2; *Berzelius, annales de chimie, tome* 67; *Thomson's, system of chemistry, tome* 3.

paraît être analogue par rapport à tous les vrais composés chimiques, tant solides que liquides, dans lesquels on ne peut point soupçonner de mélange mécanique, et où des décompositions partielles ne peuvent s'être opérées.

Ainsi, lorsque de l'acide sulfurique est versé dans une solution de baryte, le précipité solide de sulfate de cette terre qui tombe au fond est uniforme dans

---

MM. Gay-Lussac et Thénard ont dernièrement avancé « que, dans « quelques décompositions mutuelles de fluates et de muriates, des so-« lutions faiblement acides deviennent alcalines ». *Recherches*, *tome* 2, *page* 28. Mais de pareils changemens doivent être compliqués; et peut-être qu'un léger examen démontrera qu'ils ne sont point anomaliques (*).

(*) Il ne faut pas pour cela qu'il y ait de l'anomalie, et il suffit que la tendance d'un sel à se sursaturer, ou, ce qui est la même chose, à se plusoxider par un acide, soit un peu considérable pour que cet effet se produise. Si l'on possédait un sel ammoniacal neutre sec ou non hydraté par de l'eau, il n'y a pas de doute qu'en décomposant à son aide un muriate de métal, au lieu de deux composés neutres, on n'obtînt également de l'oxide métallique libre et du muriate d'ammoniaque fortement acidulé, à cause que ce sel ne peut exister sans plusoxidation. MM. Gay-Lussac et Thénard, qui ont reconnu ce fait en décomposant une solution légèrement acidulée de fluate de potasse, par une solution semblable de muriate de glucine, n'ont fait que les recherches ordinaires à l'égard de l'acidulation du fluate de glucine; mais dans ce sel l'acide peut exister à sec, et dès-lors il est, comme on sait, sans réaction sur la couleur bleue végétale; et comme un sel acidule est plusoxidé par son propre acide, si celui-ci s'y engage sans eau de plusoxidation, il ne peut devenir plusoxidé par l'eau de solution et doit, au milieu de cette eau, rester sec.

Pour s'assurer de la réalité du fait annoncé, lequel attribue à trois terres, la glucine, l'yttrie et la zircone, une capacité pour saturer les acides, supérieure à celle des autres terres et bases salifiables, et rompt par-là toute généralisation à l'égard du rapport proportionnel entre les bases et les acides, on devrait décomposer les nouveaux produits par d'autres sels, et voir si dans ce cas on n'obtiendrait pas de l'acide en excès.

sa composition, et consiste toujours en environ 34 d'acide et 66 de baryte : il en est de-même pour les autres composés semblables et pour les sels neutres en général.

D'un autre côté, lorsque deux sels neutres se décomposent mutuellement, jamais, dans l'échange des principes, il n'y a excès, ni d'acide, ni de base, et les composés résultans sont de-même parfaitement neutres. Ainsi, lorsque 100 parties de nitrate de baryte, lesquelles contiennent 41 d'acide nitrique et 59 de baryte, sont mêlées avec 69 parties de sulfate de potasse, dont la proportion est de 30 d'acide sulfurique et de 57 de potasse, on trouvera 89 de sulfate de baryte et 78 de nitrate de potasse; de-manière à ce que 41 d'acide nitrique se seront combinés avec les 37 de potasse, et 30 d'acide sulfurique avec les 59 de baryte.

Il résulte évidemment de ces circonstances que lorsqu'un corps a le pouvoir de faire sortir un autre corps de ses combinaisons, il en fait toujours sortir les mêmes proportions. Ainsi, à quelque base que la baryte enlève l'acide sulfurique, elle en enlevera toujours la même quantité; et la même quantité de potasse, de quelque d'acide qu'elle précipite la magnésie, précipitera toujours la même proportion de cette terre.

Il n'est pas possible qu'un corps ternaire se forme à différentes proportions, et l'hydrogène ne peut déplacer d'avec l'oxigène que la quantité de calorique, dont la distraction établit entre lui et cet agent un équilibre d'attraction pour l'oxigène. Toute autre combinaison où l'oxigène contient, soit plus d'hydrogène, comme dans les oxides et légèrement dans les acides, soit plus de calorique, comme dans les thermoxides, sont déjà des combinaisons davantage composées.

L'azote qui est composé d'acide nitrique sec et d'hydrogène, et

qui par conséquent consiste déjà en quatre principes, peut prendra différentes proportions d'oxigène, parce que l'équilibre d'attraction peut chez lui varier par différens rapports de calorique, tant dans l'oxigène préexistant que dans celui ajouté, acquérant du calorique à mesure que son hydrogène est davantage saturé d'oxigène, tandis que dans l'eau, le calorique, qui n'a qu'un engagement avec l'oxigène, ne peut varier de rapport, ni avec lui, ni par conséquent avec l'hydrogène; et la cause originaire de cet effet est que l'eau existe sans base, le gaz oxigène qui est uniquement composé d'oxigène, corps simple, et de calorique, et l'hydrogène, également corps simple, n'en ayant ni l'un ni l'autre.

L'hydrogène est donc, comme je l'ai déjà dit, l'unique corps que l'on peut obtenir incombiné; l'oxigène se trouve combiné avec du calorique, par particule à particule, dans son gaz, ou par 1 en poids de sa substance, uni à 1 en force de saturation, de calorique, lequel calorique, ne gravitant pas vers le centre de la terre, ne peut manifester aucun poids; ce qui démontre que la gravitation est une propriété qui ne dépend de la quantité de la matière qu'autant qu'une plus grande masse en est plus affectée. Cette observation se rapporte également au n.° précédent du texte, où il est question de la pesanteur du calorique.

La combinaison entre l'hydrogène et l'oxigène, dans laquelle le premier se substitue au calorique du second, dans un rapport correspondant et saisi pour la saturation indispensablement continuée de l'oxigène, forme l'eau, dans laquelle du calorique forcement soustrait en vertu d'une baisse donnée de température ou forcement ajouté par l'effet de la température exaltée peut seul faire varier les rapports; mais cette variation n'est que temporaire, et n'a lieu que pendant que la cause en subsiste, à moins que du calorique suffisamment tendu, et tel que l'est le fluide électrique, ne déplaçât entièrement l'hydrogène d'avec l'oxigène, le premier devenant libre, et le second étant régénéré en gaz. L'eau se trouve alors résoute en ses principes, *plus* le calorique de déplacement, qui reste avec l'oxigène; et ce cas est le seul où ce liquide se décompose. Le calorique seul, qui n'a d'affinité qu'avec l'oxigène, sait enlever ce principe à l'hydrogène; mais jamais de l'hydrogène engagé, et tel qu'il se trouve dans les corps combustibles, ne sau-

rait opérer cet enlèvement sur de l'hydrogène sans base et tel que le contient l'eau ; et lorsque, à l'aide de ce liquide, des corps sont oxidés ou acidifiés, l'eau ne fait que se mettre à la place de l'hydrogène de ces corps, près de la base encore considérablement hydrogénée dans les oxides, et près de l'acide sec seulement peu hydrogénée dans les acides provenant de corps non-métalliques. Le calorique, que l'eau dépose dans cette opération, en est déplacé par l'hydrogène non substitué de la base, et dont ce liquide se surcompose ; ce qui fait que les corps combustibles qui ne font que s'oxider, en effectuent un déplacement considérable, tandis que ceux qui s'acidifient, et dont les produits consistent en acides secs plus-oxidés par de l'eau, le déplacent beaucoup moins sensiblement.

On remarque que pour composer un corps une petite quantité de calorique est ordinairement suffisante, et qu'une quantité plus grande est requise pour le décomposer. C'est ainsi qu'une seule étincelle électrique allume le mélange de gaz oxigène et hydrogène dans les proportions pour former l'eau, le point allumé dont l'oxigène en s'hydrogénant dépose du calorique, communiquant l'inflammation au reste de la masse ; mais un corps à décomposer à l'aide du calorique, et tel que le gaz acide carbonique que l'on veut convertir en gaz oxigène et en gaz oxide carboneux, doit successivement, par toutes ses particules, passer sous le fluide en explosion, s'il veut pouvoir être substitué dans une portion de l'hydrogène de son eau de plusoxidation, près de l'oxigène de cette eau ; et si l'oxigène restant avec ce liquide n'éprouvait un déplacement dans son calorique, par l'effet de l'hydrogène devenu en excès aux proportions de l'eau, la dépense en calorique devrait être encore bien plus considérable et un peu plus forte que si de l'eau libre était à décomposer.

Si, en place d'enlever l'oxigène à l'aide du calorique, on déplaçait par de l'hydrogène une partie de l'eau de plusoxidation de l'acide carbonique, du calorique se développerait au lieu de s'engager, à cause que l'hydrogène en déplacerait d'avec l'eau restante. On doit d'abord appeler de la chaleur au secours de cette opération, parce que l'eau qu'on veut substituer par de l'hydrogène a besoin d'être déplacée par du calorique d'avec une portion d'hy-

drogène, à l'aide duquel, et par un défaut de cet agent, il adhère à l'acide; mais dès que ce déplacement est effectué, l'eau restante laisse dégager le calorique que son nouvel état d'hydrogénation rend en excès.

9. Dans les cas où une substance alcaline se combine avec plus d'une proportion d'acide, les mêmes circonstances semblent se présenter que dans les combinaisons de substances gazeuses. La proportion est, ou un multiple, ou un diviseur de la première. Ceci se démontre par une expérience très simple que le docteur Wollaston fit le premier : on introduit, sous une cloche tenue sur le mercure, un poids connu du sel nommé carbonate de potasse, et on y fait passer de l'acide sulfurique dilué en quantité suffisante pour couvrir le sel; on fait ensuite rougir au feu un égal poids du même sel, à l'effet de le réduire en sous-carbonate, et on traite celui-ci comme on l'a fait du carbonate saturé : on trouvera qu'il donne la moitié moins de gaz que le précédent.

10. Les mêmes circonstances semblent se produire dans la combinaison des corps solides et liquides qui jusqu'ici n'ont point encore été décomposés avec des gaz, et dans l'union des substances combustibles composées entre elles, ainsi que dans toutes les décompositions mutuelles entre des corps de cette classe. C'est ainsi qu'il existe deux combinaisons du mercure avec l'oxigène, celle noire et celle rouge, dont l'une paraît contenir deux fois autant d'oxigène que l'autre; on connait deux combinaisons de l'oxigène avec le fer; savoir, l'oxide noir et l'oxide rouge; et l'oxigène dans la première étant considéré comme 2, celui dans la seconde doit être considéré comme 3, c'est-à-dire,

que 100 parties de fer prennent, pour devenir oxide noir, 29 parties d'oxigène, et 43. 5 parties (*) pour devenir oxide rouge.

La décomposition des combinaisons contenant du gaz oximuriatique ou gaz chlorine, par l'eau, offrent les exemples les plus intelligibles de décomposition double. Si parties égales, en volume, d'air inflammable léger ou gaz hydrogène et de chlorine sont mêlées, et qu'on expose le mélange à la lumière du jour, il se fait une réaction lente sans condensation, et il se produit un égal volume de gaz acide muriatique, de sorte que ce dernier gaz se trouve composé de volumes égaux d'hydrogène et de chlorine ; et l'eau, comme il l'a été établi précédemment, consiste en deux parties, en volume, d'hydrogène et une partie d'oxigène. D'un autre côté, du phosphore, du soufre et la plupart des métaux, se combinent avec la chlorine et forment des produits particuliers dont plusieurs sont décomposés par l'eau en donnant du phosphore, du soufre ou des métaux combinés à de l'oxigène et de l'acide muriatique, et les produits oxidés sont de la même nature que ceux qu'on obtient par d'autres voies. Il est évident que la quantité d'hydrogène transmise à la chlorine pour la composer en acide, doit être exactement dans le rapport de l'oxigène transmis à la substance inflammable ou au métal ; de cette manière, du phosphore qu'on fait brûler dans de la chlorine mise en excès, forme une substance blanche cris-

(*) J'ai obtenu très-approximativement les mêmes résultats, savoir, 28 et 47, ce qui diffère très-peu de ceux de M. Hassenfratz, du docteur Thomson, et de M. Berzelius.

talline que j'ai nommée *phosphorane*. En ajoutant de l'eau à ce composé, de l'acide phosphorique et de l'acide muriatique sont formés, et aucun autre produit n'est obtenu.

11. Puisque dans tous les composés bien connus les proportions des élémens se trouvent dans des rapports déterminés les uns à l'égard des autres, il s'ensuit que ces rapports doivent pouvoir être exprimés par des nombres; et lorsqu'un nombre est employé à désigner la plus petite quantité dans laquelle un corps se combine, toutes les autres quantités du même corps doivent être des multiples de ce nombre; et, connaissant les plus petites proportions dans lesquelles les corps indécomposés entrent en combinaison, on peut connaître la constitution des composés qu'ils forment; et l'élément qui se combine chimiquement dans la plus petite quantité, étant exprimé par unité, tous les autres élémens peuvent être représentés par les rapports de leurs quantités avec celle-là.

Le gaz hydrogène ou l'air inflammable est la substance qui semble entrer en combinaison avec la plus petite quantité de sa matière, et il ne paraît dans aucun composé déterminé se trouver en proportion moindre que dans l'eau. La pesanteur spécifique de l'hydrogène est à celle de l'oxigène comme 1 à 15, et comme 2 volumes d'hydrogène et 1 d'oxigène composent l'eau, le rapport, dans ce liquide, du premier au second, sera comme 2 à 15, et on peut regarder l'eau comme composée de deux proportions d'hydrogène et d'une d'oxigène; et le nombre représentant l'hydrogène sera 1, et celui représentant l'oxigène sera 15.

Les poids de volumes égaux d'azote et d'oxigène sont à-peu-près comme 13 à 15; c'est pourquoi, en supposant pris d'après la composition de l'oxide nitreux, lequel contient 2 d'azote sur 1 d'oxigène, le nombre qui représente la proportion dans laquelle l'azote se combine, ce nombre sera représenté par 26, et l'oxide nitreux sera composé de 2 proportions d'azote, égales à 26, et de 1 proportion d'oxigène, égale à 15. Le gaz nitreux sera composé de 1 d'azote et de 2 d'oxigène, 26 et 20; et le gaz oxide nitreux, de 1 d'azote et de 4 d'oxigène, 26 et 60.

L'ammoniaque qui, par le fluide électrique est resoute en 3 volumes d'hydrogène et 1 volume d'azote, doit consister en 6 proportions d'hydrogène et 1 proportion d'azote, ou 6 et 26.

Le poids de la chlorine ou gaz oximuriatique est à celui de l'hydrogène, à-peu-près, comme 33.5 à 1; et le gaz acide muriatique est composé de volumes égaux de ces gaz, et par conséquent de 33.5 de chlorine et de 1 d'hydrogène; cependant 2 en volume de chlorine peuvent être combinés avec 1 d'oxigène; et des proportions doubles de ce gaz se combinent pour former des composés, lesquels, étant désunis par l'eau, fournissent d'autres composés contenant des proportions simples d'oxigène; d'où résulte que le rapport de la chlorine à l'oxigène est de 67 à 15, et le nombre représentant la chlorine est exactement 67.

Il est facile de déduire, d'après la même méthode, les nombres représentant les autres corps indécomposés, et par quelque voie qu'on les obtienne, on les trouvera aussi approximativement correspondans qu'on

est en droit de s'y attendre. Ainsi le nombre représentant la proportion dans laquelle le potassion ou la base de la potasse se combine, qu'il soit pris d'après sa combinaison avec l'oxigène ou d'après celle avec la chlorine; le résultat sera à peine différent; et j'ai trouvé que 8 grains de potassion convertis en composé de cette substance et de chlorine, acquièrent environ 7.1 grains; et lorsqu'ils sont convertis en potasse, ils acquièrent 1 grain 6 dixièmes; et comme 7. 1 : 8 : : 67 : 75. 4; et comme 1. 6 : 8 : : 15 : 75, ce qui donne le nombre représentant le potassion, comme environ 75.

Il est aisé de former une série de nombres proportionnels en prenant 1 quart de ces nombres, dans la supposition que l'eau soit composée de 1 proportion d'hydrogène, et de 1 d'oxigène; mais dans ce cas, le nombre représentant la proportion dans laquelle l'oxigène se combine, doit contenir une fraction; le calcul est plus abrégé, et la formule est rendue plus simple, en considérant la plus petite proportion comme un nombre entier.

M. Higgins a supposé que l'eau consiste en 1 particule d'hydrogène et 1 d'oxigène; et M. Dalton en 1 atôme de chaque; mais dans la doctrine des proportions déduites des faits, il n'est pas nécessaire de considérer les corps qui se combinent, ni comme composés de particules indivisibles, ni même comme étant toujours unis en proportions d'une particule à une, une à deux, ou une à trois. On fera connaître ci-après des cas dans lesquels les rapports sont très-différens; et pour le présent, comme nous n'avons aucun moyen de juger de chacun des nombres relatifs, des figures

en

ou des poids des particules des corps qui ne se trouvent pas en contact, leur expression numérique doit uniquement être fondée sur les résultats de l'expérience.

Si dans la suite on découvre que l'une ou l'autre des substances qu'actuellement nous considérons comme indécomposées consiste en d'autres élémens, ces élémens devront être représentés par quelque division de leurs nombres ; et, si l'hydrogène lui même est reconnu composé, il faudra seulement multiplier tous les nombres qui représentent les autres élémens, par quelque nombre commun, susceptible d'être divisé en proportions qui représentent les élémens de l'hydrogène ; desorte qu'aucune découverte relative à la composition des corps ne peut être en discordance avec la loi générale de la nature déterminée de leurs combinaisons.

Tous les calculs sur les élémens des combinaisons doivent se rapporter à l'unité des proportions dans l'eau ; car tous les engagemens entre les corps tendent à former ce liquide, et c'est entre de l'oxigène, du calorique et de l'hydrogène que se passent toutes les actions qui appartiennent à la chimie. Il n'y a de non-composé que l'hydrogène comme substance terrestre, et le calorique comme matière solaire, et l'oxigène le serait s'il était entièrement séparé de l'hydrogène et du calorique ; mais ce principe ne peut exister hors de combinaison, et qui plus est, sans saturation, soit par du calorique seul, soit par du calorique et de l'hydrogène en même-temps.

L'oxigène, dans le gaz muriatique oxigéné, en se composant en gaz muriatique simple, combine déjà un peu plus d'hydrogène que dans l'eau ; d'où résulte qu'en faisant déplacer son oxigène à l'aide de la lumière et de l'eau, la totalité de ce principe qui plusoxide l'acide muriatique sec, n'est pas déplacée. Ce gaz fournira des indications précieuses pour le rapport de l'hydrogène dans les métaux.

Le rapport approximativement correspondant dans lequel se combine l'hydrogène, soit avec l'oxigène, soit avec le gaz muriatique oxigéné, la proportion plus forte dans laquelle l'oxigène s'engage avec l'hydrogène qu'avec aucun autre corps; l'affinité négative entre des corps qui n'ont, ni oxigène, ni hydrogène en excès; le refus de combinaison entre des corps qui ne peuvent que plus-oxider ou non-oxider, et des corps réduits; la non-oxidation sans passage à demeure de l'oxigène, laquelle établit la preuve que dans l'acide muriatique l'oxigène n'est que plus-oxidant; l'engagement si facile entre des corps oxidés ayant de l'hydrogène en sous-saturation, et d'autres corps ayant un excès d'oxigène par défaut de calorique (glace), ou pouvant prendre cet excès en déposant de cet agent, tout, en un mot, dénote que rien n'est actif dans la nature que les trois élémens que nous avons admis dans les corps, et que les engagemens quelconques ont lieu entre de l'oxigène, de l'hydrogène et du calorique.

Berthollet a inféré de ce que l'hydrogène est de tous les corps celui qui s'engage dans le plus petit rapport de sa matière, que ce corps est celui qui possède le plus de capacité de saturation. J'ai déjà dit que l'hydrogène est le seul corps terrestre saturant ou actif dans les combinaisons, et que l'oxigène est seulement saturable ou passif. L'hydrogène partage cette propriété avec la matière solaire ou le calorique. Il jouit donc à-la-fois, et de la plus forte, et de la plus faible capacité de saturation, puisque c'est lui seul qui possède de cette capacité, et qui unit les corps par sa substitution près de l'oxigène à du calorique. Il n'existe point d'autre lien pour former les combinaisons, ni de moyen de décomposition, que le remplacement de l'un hydrogène par l'autre, ou la réhabilitation du calorique substitué, près de l'oxigène, à la place de l'hydrogène substituant.

Deux métaux qui sont combinés entre eux ne le sont que physiquement, et ni l'oxigène ni l'hydrogène n'y ont aucune part; si par leur combinaison il se dépose du calorique, c'est la chaleur de la fusion qui est déplacée, comme dans le rapprochement des parties d'un corps comprimé; mais lorsque du soufre, composé d'acide sulfurique sec et d'hydrogène, ou cet acide sec composé lui-même

de base planétaire légèrement hydrogénée ou rendu combustible, et d'eau, s'unit à un métal, l'oxigène de son acide se surcombina de l'hydrogène de ce corps, et il se développe du calorique lumineux. C'est le phénomène de l'inflammation spontanée des sulfures à métaux réduits, laquelle a lieu pour tous les autres corps oxidés que de l'hydrogène libre ou engagé surcombine. Le corps qui est le plus hydrogéné est celui par lequel l'oxigène est le plus efficacement attiré. C'est pourquoi des métaux réduits enlèvent de l'oxigène à des métaux oxidés qui, dans leur état de réduction, ont, avec ce principe, beaucoup plus d'affinité qu'eux, et qu'un métal non-oxidé reprend l'oxigène de son semblable oxidé.

Ces enlèvemens ou reprises d'oxigène se font toujours avec dégagement de calorique, et ont proprement lieu par un échange d'hydrogène avec de l'eau qu'à cet effet on doit doser de calorique dans le rapport de son existence incombinée; sans ce dosement, le transport serait impossible. On doit toutefois en excepter les corps oxidés que Brugnatelli nomme thermoxides, lesquels transmettent immédiatement leur oxigène sous sa forme propre, et non en échange ni sous forme d'eau; la cause en est que ces corps engagent l'oxigène avec plus de calorique que dans l'eau; ce qui les rend rédoctibles par le feu et, à plus forte raison, par les combustibles, la réductibilité par cet agent n'allant pas au-delà de l'eau, à cause de la faiblesse de nos moyens d'échauffement.

Le fluide électrique de la pile, si actif dans les réductions, serait lui-même un moyen insuffisant pour les corps hydrogénés au-delà des proportions de l'eau, si l'hydrogène ne l'aidait dans cette opération.

Dans l'oxidation en noir, d'un mélange d'oxide rouge de fer et de fer réduit qu'on humecte d'eau, l'hydrogène déplacé par ce liquide d'avec le métal réduit va à son tour déplacer d'avec l'oxide la portion d'eau que celui-ci possède au-delà de son état d'oxidule, et que le calorique de l'eau qui s'est uni au métal a dosé pour son existence incombinée. Lorsque les proportions sont justes, cette opération se fait sans que la moindre portion d'hydrogène, ou de calorique, soit dégagé. Un corps contenant plus d'hydrogène peut prendre moins d'oxigène; mais alors il se déplace davantage

de calorique, ce qui forme la mesure de l'hydrogénation. Les métaux, dont les oxides sont solubles quoique très-hydrogénés, ne sont que faiblement oxidés, mais l'oxigène chez eux est fortement sursaturé d'hydrogène, et c'est à cause de cette sursaturation que ces corps se plusoxident, soit par de l'oxigène, soit par de l'eau, et si avidement par des acides, d'avec quels différens corps ils déplacent proportionnement du calorique.

L'hydrogène, lors même qu'il ne serait pas l'unique corps saturant, devrait toujours se combiner dans la moindre proportion, comme étant le seul corps simple; mais l'hydrogène qui partage la faculté de saturer avec le calorique, le possède à un degré beaucoup moindre que cet agent, comme le prouve le rapport entre les principes dans l'eau, seule combinaison d'après laquelle on peut juger de l'affinité relative entre le calorique et l'hydrogène pour l'oxigène.

Dans les acides, le rapport de l'hydrogène n'est pas beaucoup supérieur à ce qu'il est dans l'eau; mais il l'est beaucoup davantage dans les oxides, et varie pour chacun d'eux, et il est inférieur à ce qu'il est dans l'eau, dans les thermoxides et dans la portion thermoxidante des oxides thermoxidés. On peut considérer les thermoxides comme des oxides qui ne peuvent exister sans thermoxidation, laquelle équivaut à la plusoxidation par de l'oxigène.

12. Lorsque de l'oxide noir de manganèse est exposé à une forte chaleur, il se dégage du gaz oxigène, et l'oxide devient brun; mais aucune chaleur jusqu'ici excitée n'a été capable de le priver totalement de ce principe. Il résulte de cela que lorsqu'une proportion d'une substance est combinée avec plus d'une proportion d'une autre substance, les premières proportions peuvent être séparées beaucoup plus facilement que les dernières. On peut citer beaucoup d'autres exemples qui établissent cette règle: c'est ainsi que du carbonate de soude, qui contient deux proportions d'acide carbonique pour une de soude, laisse échapper au feu, avec

beaucoup de facilité, la moitié de son acide; mais l'autre moitié est très-obstinément retenue. L'acide nitrique est facilement conduit à l'état de gaz nitreux par l'enlèvement d'une portion de son oxigène : le gaz nitreux est plus difficile à être converti en oxide nitreux; et cet oxide est encore beaucoup moins aisément décomposé que le gaz nitreux.

Lorsqu'une proportion d'un corps est combinée avec deux ou plusieurs proportions d'un autre corps, ce corps semble entrer plus difficilement en de nouvelles combinaisons que lorsqu'il est combiné seulement avec une proportion. Ainsi du fer combiné avec deux proportions de soufre dans la pyrite d'or n'est point attaqué par l'acide sulfurique affaibli; mais lorsqu'il est seulement combiné avec une proportion de soufre, comme dans le sulfure artificiel ordinaire, le même acide l'attaque facilement.

Il semble résulter de ces faits que deux ou plusieurs proportions d'un corps attirent une seule proportion d'un autre corps avec plus d'énergie que le fait une seule proportion; et que deux ou plusieurs proportions adhèrent à une seule proportion avec moins d énergie qu'une seule proportion; ou, du-moins, qu'une seconde ou une troisième proportion adhèrent avec moins d'énergie que la première.

Il est possible qu'on dise que l'effet de deux ou trois proportions qui défend une proportion contre l'action d'un second corps peut dépendre d'une cause mécanique, consistant en ce qu'elle enveloppe mieux ses parties; mais l'autre explication semble être plus vraisemblable.

L'intimité de combinaison dépend du plus grand défaut de calorique dans un corps, et du plus grand excès d'hydrogène dans l'autre. Prenons pour exemple un métal qui se combine avec de l'oxigène, et supposons qu'il ait 3 proportions d'hydrogène, dont 2 peuvent seulement être saturées. L'oxigène, en saturant la première proportion, sera sursaturé des deux autres et, dans le même rapport, dépouillé de calorique. Cet engagement sera le plus intime; mais si deux proportions d'hydrogène sont saturées, alors l'oxigène ne sera plus sursaturé que de la troisième, et restera proportionnément avec plus de calorique. La combinaison de cette dernière proportion sera donc moins intime, et il faudra ajouter moins de calorique pour la faire cesser, l'oxigène en contenant d'avantage, et cela dans le rapport qu'il est moins hydrogéné. Il en est de-même de toutes les autres combinaisons, tant d'oxidation que de plusoxidation.

Dans le fer sulfuré à deux proportions de soufre, la combinaison est moins intime, parce que l'oxigène de l'acide sulfurique, moins sursaturé de fer, est moins hydrogéné, et reste ainsi combiné avec plus de calorique; mais le fer est davantage défendu de l'action d'un tiers corps, et par-là moins attaquable par l'acide sulfurique.

On peut dire aussi que plus un corps est oxidé, moins il est disposé à se plusoxider, je ne dis pas précisément par l'eau, mais par d'autres corps oxidés, acides, oxides, etc.; et un oxidule pourra, d'avec un acide, séparer un oxide, mais un oxide ne pourra séparer un oxidule.

L'oxide noir de manganèse, dans lequel l'ensemble de l'oxigène est avec moins de calorique que dans l'eau, transforme une portion d'oxigène en thermoxigène à l'aide de sa sousoxidation au feu; le calorique que l'hydrogène désoxidé déplace d'avec l'oxigène restant se joint à l'oxigène qui se retire et que le feu achève de gazifier. Il en est de même de l'acide nitrique et d'autres corps partiellement désoxidables par la chaleur, lesquels corps, sans leur partielle désoxidabilité, ne formeraient point de thermoxigène, et ne pourraient être réduits par le feu; d'où il résulte qu'il n'y a de combustibles thermoxigènes que ceux qui peuvent en entier être réduits au feu.

L'acide carbonique en s'unissant, dans une première proportion, à de la soude, dépose une certaine quantité de calorique en vertu de l'hydrogène dont la proportion double d'alcali le sursature; cette combinaison, par l'effet de ce défaut de calorique et de l'excès d'hydrogène, est très-intime, et la chaleur ne saurait se substituer jusqu'à l'amovibilité, à l'hydrogène de l'alcali près de l'oxigène de l'acide; mais si la proportion de l'acide est double, celui-ci ne dépose plus de calorique, par la raison que non-seulement cette portion d'acide peut en retenir, mais parce qu'elle est obligée d'en transmettre à la portion qui n'est plus autant sursaturée d'hydrogène, et qui par conséquent doit devenir resaturé de calorique, et le feu devient efficace pour se substituer à l'hydrogène d'une portion de l'alcali près de l'oxigène d'une portion de l'acide. La première portion d'eau qui hydrate un alcali ou une terre soluble dépose beaucoup de calorique et se trouve fortement engagée, tandis qu'une seconde portion dépose peu de calorique et ne s'engage que faiblement. Ces unions, comme il s'y sature de l'hydrogène par de l'oxigène souscaloriqué, sont de véritables secondes oxidations par de l'oxigène engagé et voisin lui-même d'être saturé.

13. M. Berthollet, à qui les premières idées distinctes sur le rapport des forces d'attraction avec la quantité de matière sont dues, a tâché de prouver que ces rapports sont universels, et que strictement on ne peut dire qu'il existe des affinités électives. Il considère les forces des corps qui doivent se combiner, comme dépendantes, dans tous les circonstances de leurs attractions relatives, ainsi que de leurs masses actives, quelles qu'elles puissent être; et il conçoit que dans tous les cas de décomposition où deux corps agissent sur un troisième corps, celui-ci est partagé entre les deux autres en raison de leurs affinités relatives et des quantités de leur matière. Si cette proposition était strictement exacte, il en résulterait qu'il y aurait difficilement une seule proportion déterminée, et qu'un sel se cristallisant dans une eau fortement alca-

line serait fortement alcalin, et qu'il le serait plus faiblement dans une eau moins alcaline; et que dans une eau acide il serait acide, ce qui semble ne pas être le cas. Dans des combinaisons entre des corps gazeux, dont les particules jouissent d'une liberté parfaite de mouvement, les proportions sont invariables; et dans tous les composés solides qui ont été examinés avec soin, et dans lesquels il n'y a point de variation de mélange mécanique, la même loi paraît se reproduire: il est certainement possible de dissoudre différens corps dans des menstrues liquides, en proportions très-variables; mais le résultat sera un mélange de différentes solutions plutôt qu'une combinaison. M. Berthollet allègue l'exemple des verres et des alliages métalliques comme étant des composés contenant des proportions indéterminées; mais il n'est pas facile de prouver que dans ces corps tous les élémens soient chimiquement unis; et les points de la fusion de l'alcali, du verre et de certains oxides métalliques sont si rapprochés que des mélanges transparens peuvent être formés de ces corps: on ne peut supposer que la force attractive de la matière soit générale; mais dans la formation des agrégés, certains arrangemens paraissent toujours être uniformes.

La tendance générale dans la matière terrestre doit sans doute être de récupérer l'état primitif d'engagement dans lequel 1 d'hydrogène s'est trouvé joint à 1 d'oxigène; et les tendances des matières terrestre et solaire réunies doivent être de former la combinaison, opposée à la précédente, de 1 d'oxigène et d'autant de calorique, ce qui forme le gaz oxigène ou de l'oxigène saturé de calorique, comme la première combinaison est de l'oxigène saturé d'hydrogène. Le conflit entre ces deux tendances, dans la première butte à faire rentrer la matière en repos, et la

seconde à lui donner la plus grande activité, maintient l'organisation du globe; et la prédominance alternative de l'une de ces tendances sur l'autre, partielle pour l'hydrogène, mais complète pour le calorique, entretient dans la matière la perpétuité du mouvement. Les avantages changeans de l'un des deux principes actifs sur l'autre forment l'action chimique, et les degrés variables auxquels ces avantages sont astreints, joints à leur complication, donnent lieu à la différence parmi les corps L'attraction générale est donc différente de celle particulière ou chimique, en ce que celle-ci se passe immédiatement et à contact entre les deux élémens d'une planète et l'élément unique du soleil, et que la premiere agit à distance et entre la planète en masse et le soleil.

Les métaux s'allient dans des proportions indéterminées, parce que leur union est purement physique, et que le rapport de l'hydrogène varie seulement à l'égard de la masse générale de la base et sans que du calorique; tenant la place de l'hydrogène, soit déposé. Cela est si vrai que, dans les cas d'alliages entre des métaux très-différens en pésanteur spécifique, il suffit, pour les séparer, de leur imprimer, pendant qu'il sont fondus, une certaine agitation, et telle qu'on produit en frappant légèrement sur le vase qui les contient. On trouve ensuite que les métaux occupent dans le vase la couche qui est assignée à chacun d'eux par la différence de leur densité.

L'alcali se plusoxide par la silice et par l'alumine, seules ou conjointement, avec les oxides insolubles de quelques métaux, comme il le fait par les acides et par l'eau. Cette opération ne peut avoir lieu que dans un rapport donné, et lorsque plus de terre ou d'oxide métallique se joignent à l'alcali, celui-ci, satisfait, dans sa plusoxidabilité comme corps incombiné, se plusoxide dans sa combinaison de sel; et, lorsque l'alcali est en excès, il est plusoxidé à-la-fois par la terre, l'oxide métallique et l'eau; et lorsque les proportions sont exactes, ou lorsqu'il y a excès de terre et de métal oxidé, toute l'eau de plusoxidation est déplacée par ces corps, à quoi concourt la substitution du calorique à l'hydrogène de l'alcali près de l'oxigène de l'eau.

Toutes les surcombinaisons à un état neutre sont de plusoxida-

tion, soit qu'elles aient lieu de la part de l'acide, de l'oxide, de l'eau, de l'oxigène ou de l'hydrogène, soit de la part d'une autre combinaison neutre. M. J Davy a produit des plusoxidations de l'acide muriatique par l'acide carbonique, et du muriate d'ammoniaque par le carbonate du même alcali, et MM. Gay-Lussac et Thénard ont obtenu, dans le gaz fluorico-borique, une plusoxidation de l'acide fluorique par l'acide borique. Le muriate de chaux, à défaut d'eau, se plusoxide par le gaz ammoniacal que cette terre a séparé d'avec l'acide muriatique dans le muriate de ce gaz.

Dans les composés qui sont les produits de la fusion, une substance qui se plusoxide par une autre peut le faire dans des rapports variés, d'abord suivant la chaleur qu'elle subit, et ensuite en prenant une portion du plusoxidant pour lui servir de dissolvant. C'est ainsi que l'alcali qui se fait plusoxider par la silice peut le faire, ou au complet, et alors le produit est soluble dans l'eau et forme la liqueur de silice, ou il le fait à différens degrés, et alors le produit n'est soluble que dans le calorique, ce qui forme les différens verres. Il suffit, dans l'un cas, que l'alcali, rendu libre de combinaison par l'effet de sa solution dans l'eau, puisse réagir sur de la silice divisée, pour que la plusoxidation, d'abord de l'alcali par la terre, et ensuite du produit plusoxidé par l'eau, ait lieu : on pourrait appeler ce produit, *siliceate* de potasse aussi bien qu'on appele *hydrate*, la plusoxidation d'un corps par l'eau. Dans l'autre cas, la chaleur déplace l'hydrogène d'avec l'oxigène des deux corps, et ceux-ci s'unissent par ce principe, déposé pendant que la portion de l'oxigène, qui est dosée d'hydrogène et de calorique pour exercer des fonctions dissolvantes, dissout la portion qui n'a du calorique que pour plusoxider cette eau. La base des deux corps, surhydrogénée et dans le même rapport sousoxidée, se trouve alors interposée à cette combinaison entre les deux ; ce qui offre l'exemple d'un composé dans lequel, par un certain proportionnement avec le calorique, de l'eau d'oxidation est transformée à la-fois en eau de plusoxidation et en eau de solution.

14. M. Berthollet suppose avoir prouvé qu'une grande quantité d'un corps ayant une affinité faible peut sé-

parer une partie d'un autre corps d'avec une petite quantité d'un troisième corps avec lequel il a une forte affinité ; mais tout en convenant de ceci, il n'en résulte rien de contraire à l'idée des proportions déterminées. Ainsi, dans le fait rapporté par Bergman, de la décomposition du sulfate de potasse par l'acide nitrique, 1 proportion de potasse peut être séparée d'avec l'acide, et l'autre proportion peut se combiner avec 2 proportions d'acide, phénomène qui est analogue à ceux de l'affinité double ordinaire.

M. Berthollet a posé en fait qu'une grande quantité de potasse peut séparer une petite quantité d'acide sulfurique d'avec le sulfate de baryte ; mais ses expériences furent faites en contact avec l'atmosphère dans laquelle voltige toujours de l'acide carbonique ; or, le carbonate de potasse et le sulfate de baryte se décomposent mutuellement (6). Tout en convenant de la justesse de ces vues, on doit dire que les faits n'ont pas été complétement prouvés. Si la potasse sépare de l'acide sulfurique d'avec la baryte, ou il doit exister un sulfate insoluble de cette terre, contenant plus de base que le sulfate ordinaire, et qui pourrait, par exemple, contenir deux proportions de baryte, ou la baryte, l'acide sulfurique et la potasse doivent se trouver dissous ensemble dans le même liquide, ce qui paraît être tout-à-fait improbable. M. Berthollet regarde la baryte comme pouvant être séparée par la potasse d'avec l'acide sulfurique ; mais il n'a pas cherché à connaître sous quelle forme elle existe après la séparation.

15. M. Berthollet dit que la soude peut séparer une

certaine quantité de potasse d'avec l'acide sulfurique ; mais dans son expérience de l'eau était présente, car la soude a dû être de l'hydrate, et il s'est aussi servi d'alcohol ; ce qui rend probable que le phénomène a été l'effet d'une double attraction. La potasse a une attraction beaucoup plus forte pour l'eau que la soude ; et la soude peut quitter son eau, et la potasse son acide, et l'attraction plus forte de l'hydrate de potasse pour l'alcohol peut aider à produire l'effet.

En général, lorsque de fortes quantités de corps liquides ou fusibles sont mises en expérience, l'attraction des substances en état de réagir les unes sur les autres est plus promptement portée en activité. Dans beaucoup de solutions, l'ensemble des élémens se trouve engagé en combinaison chimique, et leur séparation ne dépend pas seulement de l'attraction relative de leurs parties, mais aussi de la manière dont l'eau agit sur eux ; et les terres, ainsi que les oxides, sont ordinairement précipités de leurs dissolutions en engagement avec de l'eau.

L'eau fait, auprès des alcalis, des terres et des oxides la fonction d'acide, et auprès de la glace, celle d'oxide, c'est-à-dire, qu'elle sature par plusoxidation les premiers, et que par la dernière elle est plusoxidement saturée. J'ai établi et développé très-au long ce fait dans la *Lettre à Bucholz*, et Berzelius a également fait voir que l'eau peut, auprès des acides, faire fonction de base, et auprès des oxides, fonction d'acide.

L'eau se substitue à-la-fois auprès de l'acide muriatique et auprès de la chaux, dans le muriate de cette terre, et forme deux hydrates, l'un d'acide et l'autre d'oxide ; le même liquide prend, près de l'acide fluorique, la place de la silice, et près de l'acide muriatique, celle de plusieurs métaux. L'acide carbonique ne peut être

expulsé de la baryte carbonatée native, si de l'eau ne prend sa place près la base du sel.

Gay-Lussac et Thénard nous ont fait connaître un grand nombre de cas dans lesquels se font de semblables substitutions, qu'on doit considérer comme des déplacemens d'un acide ou d'un oxide par un autre acide ou oxide, mais dans lesquels l'eau ne prend jamais le caractère de ce dernier genre de corps et pas même auprès des acides, ce caractère appartenant au corps le plus hydrogéné lequel n'est jamais l'eau, l'adhérence à ce liquide devant toujours se faire par son oxigène à l'hydrogène du corps hydraté. La glace seule, que la soustraction du calorique rend oxigénée *per se*, fait, comme je l'ai déjà dit, exception à cette règle. Peut-on dans un corps qui déplace ainsi des oxides et des acides, méconnaître l'analogue de ceux-ci, et, par conséquent, ne pas voir un vice-oxide ou un vice-acide?

16. Lorsqu'un alcali précipite une terre de sa solution dans un acide, la terre, conformément aux idées de M. Berthollet, doit se séparer en combinaison avec une portion de l'acide; cependant, si une solution de potasse est versée dans une autre de sulfate de potasse, le précipité produit, après avoir été bien lavé, ne donnera aucun signe de la présence de l'acide; et M. Pfaff a démontré, par des expériences très-décisives, que la magnésie n'exerce aucune action sur des combinaisons neutres d'alcali et d'acide sulfurique, et aussi que l'acide tartareux est entièrement séparé d'avec la chaux, et l'acide oxalique d'avec l'oxide de plomb, par des quantités d'acide sulfurique qui sont seulement suffisantes pour saturer les deux bases. Ces exemples d'attraction élective sont plausibles et simples. De-même, lorsqu'un métal précipite un autre métal de sa solution acide, le corps qui se dépose est ordinairement libre de combinaison, tant avec de l'acide qu'avec de l'oxigène. C'est ainsi que le zinc précipite le plomb,

l'étain, le fer et le cuivre ; et que la totalité de l'oxigène et de l'acide est transférée d'un métal à l'autre.

17. M. Berthollet dit qu'en faisant cristalliser du sulfate de potasse de sa solution avec excès d'acide il obtint des sels dont le premier contenait, dans 100 parties, 55. 83 d'acide, et le second seulement 49. 5; mais il est loin d'etre improbable que ces sels aient été tous deux des mélanges de sulfate acidule et de sulfate neutre de potasse ; et cette opinion est fortifiée par la circonstance que, vers la fin des cristallisations, il obtint de la même solution, du sulfate neutre ; toutefois, en convenant même que ces substances aient été principalement des combinaisons binaires simples et point des mélanges, la potasse et l'acide n'en doivent pas moins être considérés comme s'y trouvant dans des proportions déterminées. En considérant le nombre qui représente la potasse, comme 90, et celui qui représente l'acide sulfurique, comme 75, on peut concevoir que le premier sel contient quatre d'alcali et sept d'acide, et le second, trois d'alcali et quatre d'acide.

Dans des cas où des sels sont formés dans des menstrues acides ou alcalins qu'on suppose ne pouvoir les décomposer, le résultat doit etre regardé comme dépendant d'une nouvelle combinaison, et, pendant l'évaporation de l'eau ou du menstrue et la cristallisation du résidu, les proportions qui ont été en activité détermineront la nature des corps solides qui seront formés. Il ne paraît pas difficile de concilier la doctrine des proportions déterminées avec l'influence de la quantité, et aucune des expériences de M. Berthollet

ne peut être considérée comme étant strictement en opposition avec cette doctrine, et quelques-uns des résultats les plus importans de cet ingéuieux chimiste tendent à la confirmer.

Le sulfate acidinule de potasse, celui du-moins qu'on obtient de la décomposition du nitrate de potasse par l'acide sulfurique, dans la préparation de l'éther nitrique, se cristallise non-seulement avec deux, mais jusques avec trois proportions d'acide sursaturant. Ces sels ne varient pas par les cristallisations répétées, mais se représentent toujours sous la même forme cristalline, laquelle est très-différente dans chacun d'eux. J'ai le premier fait connaître ces trois sulfates acidinules, et j'ai décrit la forme de leurs cristaux. Comme l'acide sulfurique employé provenait de la préparation de l'éther par cet acide, je n'oserais toutefois assurer que l'un des sels n'ait été du sulfite, que M. Pfaff a prouvé ne presque jamais exister sans acidinulation, même dans sa préparation la plus directe. Dans le sulfite acidinule au minimon d'acide, l'excès de ce corps peut être supposé se trouver en plusoxidation en place d'eau; mais je ne sais si la seconde portion de l'acide dans le sel au maximun, peut être regardée comme de solution à la place du même liquide, n'importe, pour être de cette qualité, que la dernière portion de l'acide se cristallise avec le sel. Nous avons l'exemple d'un semblable effet dans les muriates suroxigénés, qui se cristallisent à-la-fois avec leur oxigène de plusoxidation et avec celui de solution.

18. M. Berthollet suppose que les attractions sont inversement comme les quantités qui saturent. Ainsi la magnésie et l'ammoniaque prennent en combinaison plus d'acide sulfurique que ne le font des quantités égales de potasse; d'où il conclut que ces deux corps ont pour les acides une attraction plus forte que la potasse; cependant ce dernier corps sépare aussitôt la magnésie et l'ammoniaque d'avec les acides, et quoique la facilité avec laquelle l'ammoniaque est chassée de ses combinaisons

puisse être expliquée hypothétiquement, en supposant que sa grande disposition à prendre l'état gazeux concourre à l'en faire sortir : mais la magnésie est dans un cas opposé ; et vouloir expliquer des changemens chimiques en supposant l'effet des formes que la matière doit prendre dans la suite, ou l'influence de forces non actuellement agissantes, telles que l'élasticité et la cohérence, c'est tout simplement résoudre une difficulté en en créant une autre ; et l'ammoniaque, qu'elle soit solide ou liquide, exige une nouvelle force pour être rendue élastique ; et la cohésion, dans un composé, ne saurait être regardée que comme l'exercice des attractions chimiques de ses élémens. L'action entre les principes constituans d'un composé doit être réciproque ; l'acide sulfurique, comme on a tous les motifs de le croire, a une attraction plus forte pour la baryte que la baryte pour cet acide, et la baryte est la substance alcaline dont la plus grande quantité est exigée pour saturer l'acide sulfurique ; d'après cela, cette terre, selon M. Berthollet, doit avoir l'affinité la plus faible avec cet acide ; mais la baryte est saturée par une moindre quantité d'acide sulfurique qu'aucune autre substance terreuse ou alcaline ; d'où il suivrait, d'après M. Berthollet, que l'acide sulfurique a une affinité plus forte avec la baryte qu'avec aucun autre corps : ce qui est une contradiction.

19. On ne peut alléguer, comme une loi générale, que les attractions des corps sont en rapport avec les poids des proportions dans lesquelles ils se combinent ; car il y a des cas où les proportions qui s'unissent dans les plus grandes quantités, ou les corps représentés par les plus hauts nombres, sont séparés par les pro-

portions qui se combinent en moindres quantités, ou par des corps représentés par de plus bas nombres. C'est ainsi que l'or, le platine, le mercure et l'argent, sont précipités à l'état métallique par les métaux ordinaires, lesquels sont représentés par des nombres beaucoup plus bas ; et les oxides métalliques sont précipités par les alcalis ; cependant on rencontre beaucoup d'exceptions ; et l'intensité de l'attraction semble dépendre d'autres causes, lesquelles sont intimément liées avec les phénomènes électriques, et qui seront discutées dans la section suivante.

L'électricité ne peut avoir avec la décomposition et la composition des corps d'autre liaison que de se substituer, en qualité de calorique, à l'hydrogène de l'un près de l'oxigène de l'autre, et de déterminer ainsi leur séparation. Le calorique, par un acheminement de l'oxigène vers la gazification, laquelle est une des deux grandes tendances de la matière, se combine avec ce principe, le sature plus ou moins, et fait que l'hydrogène, soit seul, comme dans l'eau, soit combiné à une base, ne peut y rester adhérent.

Lorsque la décomposition est opérée par la pile, et que c'est seulement une déplusoxidation qui est à produire, l'effet est immédiat et facile, et a lieu par la simple substitution du fluide électrique à l'hydrogène du corps plusoxidé près de l'oxigène du corps plusoxidant ; ce qui, joint à la propriété de l'appareil de transporter vers ses pôles respectifs celui de ces corps avec lequel ils sont en état d'électrisation opposée, sépare les corps.

On a cité comme extraordinaire que le fluide électrique traverse, avec les substances qu'il a séparées des solutions, d'autres substances, avec lesquelles celles-ci ont la plus grande affinité, et cela sans que la moindre portion s'en engage. Cela n'est que conforme aux lois de l'attraction ; car le corps, qui est transporté par un effet de la pile, a ses affinités, qui sont pour l'hydrogène si c'est l'élément positif, pleinement satisfaites par ses rapports actuels avec le fluide

électrique. Je nomme négatif l'élément qui se porte vers le pôle positif, et positif, celui qui se porte vers le pôle négatif; ce qui est dans la nature des transports électriques en général. Il n'y a point là de répulsion ni d'attraction, mais le corps qui a un état en moins doit suivre le fluide vers le pôle où cet état est en plus, et celui qui a un état en plus doit le suivre vers le pôle où il est en moins.

L'élément négatif, qui est actuellement déplacé jusqu'à séparation amovible d'avec l'élément positif, ne saurait, aussi long-temps que cet état des choses subsiste, contracter un engagement contraire à cet état, et tout engagement, lequel ne peut être qu'avec de l'hydrogène, y est opposé. Il doit donc traverser, par un mouvement rétrograde s'il part du pôle positif, tout corps capable d'ailleurs de le saturer, et qui doit être de nature plusoxidable. C'est le cas d'un corps négatif qui, par le calorique, est substitué dans son oxigène près l'hydrogène d'un autre corps. La pile a, sur la chaleur des fourneaux, l'avantage que son fluide rend tous les corps, sinon volatils, du-moins transportables, et ainsi en état de s'isoler.

L'élément positif qui, avec le fluide électrique, ne s'engage qu'en application, l'accompagne vers le pôle négatif, et en est paralysé dans son affinité pour l'oxigène, qui est inférieure à celle du fluide pour le même principe. Il ne peut par conséquent s'oxider ni se plusoxider dans ce transport. C'est ainsi que les alcalis positifs traversent sans s'y combiner les liqueurs acides, et les acides négatifs les liqueurs alcalines. Cette saturation du corps le plus oxidé par l'électricité est si forte, et le paralysement de celui le plus hydrogéné si complet, que la réduction des corps les plus oxidables par l'eau a lieu, et se maintient au milieu de ce liquide, comme la réduction de l'ammoniaque, qui est le plus décomposable des métaux, le fait voir.

Lorsque l'action à produire par la pile consiste à désoxider, alors l'effet est plus compliqué et un peu moins facile à obtenir. Dans ce cas il faut que de l'eau soit préalablement décomposée, et que son oxigène se gazifie ou contracte au pôle positif un nouvel engagement, et que son hydrogène, chargé de fluide électrique, puisse saturer de calorique l'eau oxidante du corps, et lui-même se substituer à cette eau : il s'entend que le corps soit un oxide et

non uo thermoxide; il ne se fait sur un pareil corps pas plus de réduction avec enlèvement d'oxigène par le fluide de la pile, que par une chaleur rouge; et sous ce rapport, ce fluide se montre moins actif que celui des appareils ordinaires par lequel tous les oxides anciens sont réduits, et qui réduirait probablement aussi les oxides non hydratés des métaux nouveaux, si, étant convenablement pressés entre des non-conducteurs, on les soumettait à l'action d'une forte batterie.

Le fluide de la pile est plus lent dans son transport que celui des appareils à rotation, parce que découlant d'une source constamment nourrie il peut davantage se distraire pour contracter des engagemens. Sa marche étant plus lente, il séjourne plus long-temps sur sa route, et sa tension étant moindre en raison de la moins grande rapidité de son transport, il peut entrer en des combinaisons auxquelles du fluide plus tendu se refuse Cette différence de tension dépend de ce que le positif des appareils voltaïques, que le négatif doit reprendre, n'est point soutenu par la masse du fluide général, mais se borne à la charge indépendante de l'appareil. On reconnait sous le rapport de la tension une différence entre le fluide des appareils à petites plaques et celui des appareils à larges plaques, laquelle consiste en ce que le fluide des premiers, plus rapproché de la tension du fluide ordinaire, est plus actif pour décomposer l'eau et pour donner la commotion, et que celui des seconds, davantage distendu, est plus propre à échauffer et à faire fondre les corps.

Il serait impossible de ne pas voir, dans les réductions des oxides par la pile, le déplacement de l'eau d'oxidation par l'hydrogène de l'eau libre que le fluide électrique décompose. La nécessité que les corps soient humectés se rapporte à cet effet, et la gazification de l'oxigène comme la disparition de l'hydrogène prouvent à-la-fois, et que l'eau se décompose, et que son hydrogène est combiné. Prétendre que l'hydrogène enlève l'oxigène à l'oxide, serait établir que l'eau se décompose pour, au même instant, se récomposer; et ce serait aussi convenir que l'hydrogène libre a, avec l'oxigène, plus d'affinité que l'hydrogène engagé, ce qui est contredit par tous les faits.

Mais de l'oxigène engagé avec l'hydrogène d'un corps en substitution d'une partie de son calorique, et dans un rapport moindre que dans l'eau, se proportionne pour la formation de ce liquide en substituant du calorique à l'excès de son hydrogène à cet effet ; et, dans cet état de combinaison, il devient sans adhérence avec l'hydrogène déplacé, quoique celui-ci, comme principe inamovible du corps, soit retenu en engagement L'oxide consiste alors dans son combustible, *moins* de l'hydrogène et *plus* de l'eau Si, à ce liquide, il se substitue, en hydrogène réduit, l'équivalent de ce qu'il contient en ce principe oxidé, cet hydrogène en déplacera l'eau et le corps sera rédoit.

Les oides des métaux se trouvent seuls dans le cas d'être désoxidés, ceux des combustibles acidifiables non métalliques et leurs sous-acides et acides ne sont que déplusoxidés ou déplacés par l'hydrogène, dans leur eau de plusoxidation.

Les thermoxides qui n'ont pas besoin que l'hydrogène déplace leur eau, mais qui se réduisent par l'enlèvement de leur oxigène, sont réduits par la pile sans qu'on ait besoin de les humecter ; et lorsqu'on les humecte, il se dégage une quantité double d'oxigène sur une quantité simple d'hydrogène, et point d'eau.

Comme la distance explosive du fluide de la pile est très-courte, non par défaut de fluide en quantité, mais en qualité élastique, on a besoin pour les réductions sèches d'interposer aux thermoxides du mercure qui établit suffisamment la communication, en faisant éclater le fluide à des distances rapprochées. Cette faible distance explosive du fluide de la pile prouve aussi que ses états n'existent pas par une grande opposition.

Lorsque la pile décompose l'eau, son fluide se substitue à demeure à l'hydrogène près de l'oxigène de ce liquide, et le premier de ces corps se dégage par le seul effet de sa sortie de combinaison, tandis que le second se gazifie en vertu de son union avec le calorique. L'hydrogène, qui prend simplement sa part du fluide en charge appliquée, et devient par-là positif, se porte vers le pôle où cet agent est en défaut ; et l'oxigène, qui fixe le sien et devient négatif, se porte vers le pôle où il est en excès. L'hydrogène est le conducteur par excellence du fluide électrique, et les métaux, qui sont les seuls corps réduits, le sont

par lui. Cette qualité s'explique naturellement par l'absence d'action entre le fluide électrique et un corps qui, n'étant pas oxidé, ne peut le retenir, et par l'activité d'autant plus grande entre ce fluide et un corps oxidé, que l'hydrogénation de ce corps est plus forte, et sa saturation par le calorique, dans un rapport correspondant, plus faible. Les resines, le soufre, le verre et la soie appartiennent, pour cette raison, parmi les principaux non-conducteurs.

Pour qu'il y eût d'autres rapports entre l'attraction chimique et les phénomènes électriques, il faudrait que chaque corps eût son état électrique particulier, soit positif, soit négatif, et que la combinaison entre les corps fût l'effet de l'attraction entre ces deux états, et que le refus de se combiner dépendît de l'état identique de l'électricité dans les corps rapprochés pour la combinaison; mais alors il faudrait qu'il y eût autant de corps hors d'état qu'en état de se combiner; car les corps négatifs seraient opposés à eux-mêmes comme aux autres négatifs, et *vice versâ*, les positifs aux positifs, et la cohérence entre des corps simples ne pourrait exister. Cependant, nous ne connaissons aucun corps qui se refuse absolument à la combinaison et tel que devrait être celui qui n'aurait pas d'opposé. Rien d'ailleurs ne prouve ces états d'opposition électrique ou de charge négative et positive dans les corps incombinés ayant entre eux de l'affinité, ni un état neutre, naturel ou saturé, dans ces ceux combinés, et il existe bien peu de corps qui ne se combinent deux, trois et jusqu'à quatre fois avant d'être satisfaits dans leurs affinités.

Il n'y a de la coincidence que dans les états que les corps prennent sous la pile, avec la règle de leurs attractions; mais l'état positif pour affectionner particulièrement l'hydrogène et les corps hydrogénés, et celui négatif pour affectionner l'oxigène et les corps oxidés, n'en sont pas pour cela des idio-propriétés de ces corps, et ces états s'excitent d'ailleurs d'une manière très-relative suivant la nature de leurs opposés. C'est ainsi que les oxides sont positifs à l'égard des acides, et négatifs à l'égard d'autres oxides et des combustibles acidifiables auxquels ils sont unis; et que l'azote, séparé de l'hydrogène dans l'ammoniaque, se porte vers le pôle positif, tandis que séparé de l'oxigène, dans l'acide nitrique, il se porte vers le pôle négatif, parce que, vis-à-vis de l'hydrogène, il est oxigéné, et, vis-à-vis de l'oxigène, hydrogéné, ou qu'en se

séparant d'avec le premier principe c'est lui qui fixe le calorique, tandis qu'en se séparant d'avec le second, c'est l'oxigène qui fixe cet agent.

L'eau indécomposée est négative par rapport à tout autre corps que la glace, vis-à-vis de laquelle, comme moins oxigénée, elle est positive et hydrogénée. Le gaz muriatique oxigéné, quoiqu'il soit le corps le plus pourvu d'oxigène, n'est pas pour cela le corps le plus positif, à cause que son oxigène est déjà en partie soussaturé de calorique.

Le caractère éminemment négatif du soufre dénote que ce corps contient beaucoup d'oxigène et de l'oxigène fortement hydrogéné. La pile est, sous le rapport des états électriques contraires, dont elle affecte les corps suivant qu'ils sont relativement plus oxiginés ou plus hydrogénés, un réactif qui fait connaître le rapport de leur oxidation et de leur hydrogénation, ainsi que l'existence souvent très-masquée de l'oxigène dans les corps.

Jamais hydrogène ni métal réduit ne se sont portés vers le pôle positif de la pile, comme jamais oxigène pur ne s'est porté vers le pôle négatif; mais dans la décomposition de l'ammoniaque, l'azote suit l'indication négative, et l'hydrogène celle positive, ce qui prouve que le premier corps est oxidé et le second réduit. L'acide muriatique se décompose de même, mais sous le transport opposé, à cause que son acide sec est oxigéné, tandis que celui de l'azote est hydrogéné, ou que l'un est de l'acide muriatique décomposé dans son hydrogène, et l'autre de l'acide nitrique décomposé dans son oxigène; ce sont tous deux des substances acidifiables, mais l'un par hydrogénation, et l'autre par oxigénation. L'acide muriatique sousoxigéné répond à la composition de l'ammoniaque, et dans ce même sens, les hydrogènes sulfuré, phosphoré, carboné etc., sont analogues au gaz muriatique suroxigéné et à l'ammoniaque, et ces divers corps étant, suivant le besoin, hydrogénés ou oxigénés, forment des acides liquides ou des acides secs hydratés par l'eau de leur hydrogène ou de leur oxigène propres, et par celle de ces principes ajoutés. L'acide muriatique oxigéné doit être, après l'oxigène, le corps le plus réellement positif, puisqu'il est le plus oxigéné, le plus inamoviblement combiné avec l'oxigène et celui dans lequel ce principe est le plus saturé de calorique.

Ce n'est pas d'après un rapport quelconque de masse que l'on

peut juger de l'affinité des corps, mais d'après la capacité saturante que l'affinité indique plutôt qu'elle n'en est indiquée.

La masse d'un corps est l'ensemble de sa matière, composée de partie passive et de partie active. C'est cette dernière partie seule qui sature.

La partie active est l'hydrogène, à qui la capacité de combinaison d'un corps quelconque de la nature est due : c'est cette substance qui est le saturant de l'autre substance terrestre, laquelle est l'oxigène, et une preuve que la décomposition a lieu par l'hydrogène, c'est qu'il ne sépare qu'une faible portion de calorique d'avec l'oxigène auquel il se joint en eau. Si l'oxigène était le corps combinant, il séparerait le calorique au moins au-delà de la moitié de sa quantité, et le rapport dans l'eau serait dans une proportion moindre d'oxigène que d'hydrogène.

La seule affinité directe s'exerce donc entre l'oxigène et l'hydrogène libre ou engagé en métal. La force de cette affinité, et par conséquent le rapport des élémens, est invariable dans l'eau; mais, dans les métaux, il existe des proportions variées entre l'hydrogène et la base, ce qui fait que ces corps combinent l'oxigène avec un plus ou moins grand excès d'hydrogène, et ainsi avec un plus ou moins grand défaut de calorique. Cette différence détermine ensuite l'affinité des oxides de ces corps avec d'autres corps, ceux qui ont l'oxigène davantage surcombiné d'hydrogène exerçant la plus forte attraction et jouissant de la plus faible capacité de saturation, et, sous ce rapport, cette différence offre une mesure de la quantité relative d'oxigène et d'hydrogène contenue dans les corps avec lesquels un oxide de métal se combine.

La baryte qui possède une forte affinité de combinaison, n'a qu'une faible capacité de saturation ; ceci prouve que l'oxigène dans ce corps est fortement surcombiné d'hydrogène : elle a aussi une grande pésanteur spécifique relativement à son métal, ce qui prouve encore que son oxigène est fortement dépouillé de calorique: c'est parce que les oxides des nouveaux métaux ont de l'oxigène fortement surcombiné, que leur réduction est si difficile.

L'ammoniaque, dont la capacité saturante est considérable parce

qu'elle a beaucoup d'oxigène et peu d'hydrogène, malgré que ce soit par une surcombinaison d'hydrogène que se compose cet alcali, et malgré que son radical d'azote prenne encore beaucoup d'oxigène pour oxider son hydrogène préexistant en eau. L'azote ne peut d'après cela avoir que peu de base, et doit en grande partie consister en eau et en hydrogène qui surcombine cette base déjà légèrement hydrogénée et unie à l'eau en combustible acidifiable ou en acide sec hydrogéné. La légèreté de l'azote et de l'ammoniaque indique assez que telle est la nature de leur composition.

Le caractère des oxides à oxigène fortement surcombiné d'hydrogène est d'exciter avec les plusoxidans une intense chaleur. C'est ce que font les oxides de barytion, de potassion, etc. Le caractère opposé se trouve dans les oxides à oxigène faiblement surcombiné, et de ce nombre sont l'ammoniaque, la magnésie, etc.

Après l'oxdation de l'hydrogène et des métaux, toutes les combinaisons sont de plusoxidation, et l'on peut mesurer le rapport de l'oxidation par celui dans lequel un corps oxidé se plusoxide. C'est le besoin de combinaison d'un acide sec avec l'oxigène que ce rapport exprime, et, soit que l'acide satisfasse ce besoin par de l'oxigène engagé dans l'eau ou dans un oxide, soit qu'il le satisfasse par de l'oxigène libre, ce rapport est toujours le même et parfaitement déterminé; et lors même que, faute d'eau, d'oxide ou d'oxigène, un acide sec satisfait par de l'hydrogène son besoin de combinaison, le rapport de ce principe est encore tel que sa conversion en eau satisferait complétement au besoin de plusoxidation de l'acide. Ainsi, le contenu en oxigène de l'eau, ou d'un oxide par lequel un acide sec se sature jusqu'à neutralité, étant connu, le rapport de l'oxigène dans un corps oxidé quelconque, indécomposé comme décomposé, par lequel une semblable saturation s'opère, est également connu et s'y trouve exactement correspondant.

Toutes ces proportions sont donc parfaitement déterminées, et il n'y a, comme je viens de le dire, de variable que le rapport d'oxidation des métaux, et de plusoxidation des acides par l'eau de leur hydrogène propre, et encore cela n'a-t-il pas lieu pour tous. Toutes les plusoxidations sont déterminées, et lorsqu'un sel est à excès d'acide ou d'oxide, c'est comme plusoxidant du sel et non de l'un ou de l'autre de ses élémens, que le corps en excès s'y trouve.

L'on n'a pas encore évalué au juste la proportion dans laquelle un oxide soluble se plusoxide par de l'eau. L'oxide de potassion dépouillé de toute l'eau que le feu peut en déplacer, contient autant d'oxigène en eau de plusoxidation qu'en ce principe d'oxidation; mais un tel oxide n'est pas un hydrate ou oxide complétement plusoxidé par de l'eau. L'hydrate de potassion est proprement la potasse caustique cristallisée, que par son exposition en poudre, à un air sec, on a dépouillée de l'eau logée dans les cellules de son sel, ou de la potasse à laquelle on a joint de l'eau jusqu'à ce qu'il ne s'excitât plus de chaleur.

Le même rapport entre l'oxigène d'oxidation et l'eau de plusoxidation existe pour la soude calcinée à une chaleur rouge.

L'eau dans les plusoxidations des oxides fait fonction d'acide, et c'est sans doute avec son oxigène que se proportionne l'oxigène de ce corps. Si l'eau pouvait prendre une base, ce serait un acide oxigéné, et l'on peut considérer l'acide muriatique comme un acide d'eau, ou comme de ce liquide fixé par une base; elle formerait dans cet état un acide déjà à léger excès d'oxigène et qui se soushydrogènerait en acide oxigéné. L'acide muriatique est peut être un tel acide dont l'hydrogène du sodion a saturé l'oxigène en eau.

On a dit que la différence de la pésanteur spécifique s'oppose à la combinaison, et l'on a cité l'eau et l'huile; mais le gaz acide carbonique se combine très-bien avec la baryte et avec les oxides de plomb; et le défaut d'affinité entre l'huile et l'eau consiste en ce que le premier de ces corps est trop hydrogéné pour pouvoir être plusoxidé et ensuite dissout par le second. L'huile est du carbone, ayant, dans un certain rapport, pris de l'eau par laquelle il s'est organisé. Ce corps ne contient pas davantage d'hydrogène que le carbone lui-même; mais il contient de-plus de l'eau, et lorsqu'on l'analyse, comme l'eau plusoxide l'acide sec en acide gazifiable, l'hydrogène devenu sans engagement est indiqué par les réactifs. L'huile pour devenir plusoxidable par l'eau devrait être préalablement oxidée, et comment éprouverait-t-elle le besoin de la plusoxidation par de l'eau étrangère, lorsqu'elle possède deux fois cette eau, une fois en hydrogène et une fois en eau? L'huile se trouve dans le cas du soufre qui se serait organisé par de l'eau, et serait à l'état

où il existe dans les sulfures liquides, lesquels sont des savons de soufre comme les savons ordinaires le sont d'huile.

Les graisses, les résines et l'éther ne sont pas davantage miscibles à l'eau, à cause que c'est d'oxidation et non de plusoxidation dont ces corps ont d'abord besoin, leur hydrogène, qui était de la seconde opération, étant devenu de la première en vertu de son déplacement d'avec l'acide sec par l'eau ; et cet hydrogène exigeait déjà, avant d'être déplacé, qu'il fût oxidé en eau de plusoxidation, pour que l'acide sec pût être repris par de l'eau de solution. Cependant, plusoxidez l'huile, le soufre organisé, etc., par un corps moins oxigéné ou plus hydrogéné que l'eau, comme, par exemple, par un oxide soluble, le produit qui sera du savon ou du sulfure, deviendra plusoxidable par l'eau, et ensuite soluble par le même liquide. L'alcohol plusoxide les mêmes oxides ; et les oxidules des métaux solubles seraient peut-être plusoxidés par l'éther.

L'huile de soufre que M. Berthollet a séparée d'avec les sulfures, est de ce combustible organisé par de l'eau. L'immiscibilité de l'huile avec l'eau n'est donc pas un exemple de défaut d'affinité par différence de pésanteur ; et l'on doit exclure des obstacles à la combinaison les causes mécaniques, comme n'appartenant point à l'action chimique, et comme offrant des exceptions nombreuses et frappantes.

Je ne classe point parmi les causes mécaniques la chaleur, laquelle, dans les combinaisons, agit comme véritable ingrédient chimique, et qui se substituant à de l'hydrogène intimément combiné avec l'oxigène compose à son tour le corps. L'échauffement est particulièrement exigé pour les corps solides à cause que la solidité est en général un caractère de plusoxidation ; et de même que l'eau de solution rend les corps plusoxidables exempts d'engagement, on peut considérer le calorique comme les rendant exempts de plusoxidation. La cohésion est donc un véritable état chimique des corps qu'un état différent de même nature peut seul faire cesser.

Comme l'échauffement ajoute aux corps solides et liquides du calorique qui se substitue à leur hydrogène, la compression sépare

des gaz le calorique qui saturait leur oxigène, et les premiers corps acquièrent de l'affinité par hydrogénation, et les seconds, par oxigénation.

La pression ne s'oppose à la décomposition des corps qu'autant qu'elle empêche l'amovibilité de l'élément qui est déplacé par le calorique. Un corps qui n'est que plusoxidé peut ainsi être dissout dans cet agent, et peut, par le refroidissement, prendre la forme cristalline. La séparation n'en existe pas moins pendant l'échauffement du corps, et ce n'est qu'après la retraite du calorique que le corps se remet en combinaison. L'eau que l'on fait rougir dans une sphère creuse de métal ne fait explosion qu'après qu'un certain réfroidissement a de-nouveau réuni les principes de ce liquide, de-sorte que l'explosion est l'effet de l'eau actuellement formée qui se vaporise : ce qui prouve en même temps que la vapeur d'eau, rougie par son propre calorique, a plus de force expansive que les gaz oxigène et hydrogène également rougis, mais par du calorique étranger.

20. L'uniformité de la loi des condensations lorsque des gaz se combinent et forment des composés gazeux plus denses dans lesquels le volume reste le même, ou dans lesquels l'un des élémens où tous deux sont condensés à un demi volume, ainsi que la régularité des formes des corps solides, semblent entièrement dépendre de ce que la nature de la combinaison est constante, et probablement de ce que les aggrégés corpusculaires sont tous de la même espèce. Si l'on suppose que la figure des particules de la matière est globuleuse, ou que ces particules agissent dans des sphères d'attraction et de répulsion, il sera aisé d'expliquer leurs formes en admettant un nombre d'arrangemens primitifs indépendans. Ainsi quatre particules peuvent composer un tétraédre ; cinq, une pyramide tétraédre ; six, un octaédre ou un prisme tétraédre ; et huit, un cube ou un rhomboïde.

21. Ce serait dévancer l'ordre de l'exposition suivi dans cet ouvrage que de vouloir entrer dans des vues plus minutieuses sur les lois de l'attraction, dont les détails plus circonstanciés doivent proprement venir après l'histoire des réactions des différens corps les uns sur les autres.

Toutefois il est nécessaire, même à celui qui commence l'étude de la chimie, d'avoir quelques idées fixes relativement à une force aussi constamment en action que l'est celle de l'affinité. En regardant cette force comme arbitraire dans ses effets, et comme tendante sans cesse à produire des arrangemens différens, la chimie serait sans guide et sans combinaisons certaines, et aucun résultat d'analyse ne pourrait être parfaitement semblable; mais heureusement pour les progrès de la science, la chose n'est pas ainsi; les changemens du cycle terrestre des événemens, comme la distribution des cieux et le système des mouvemens planétaires, portent le caractère de l'uniformité et de la simplicité. On peut leur appliquer des méthodes de les péser et de les mesurer; leur ordre peut être apperçu, et les lois qui les régissent peuvent être découvertes.

VII. *De l'attraction et de la répulsion électriques, et de leurs rapports avec les changemens chimiques.*

1. En frottant avec rapidité un morceau de soie sèche contre une plaque échauffée de verre poli, on trouvera qu'il a acquis la propriété d'adhérer à ce

corps ; et il conserve cette propriété pendant quelques secondes. Si, tandis que cette adhérence subsiste, on sépare la soie d'avec le verre, on trouvera l'une et l'autre douée de la propriété d'attirer des corps très-légers, tels que du papier brûlé ou des fragmens de feuilles d'or ; et l'on observera que les filamens longs de la soie, si celle-ci est détissée, se repousseront mutuellement.

2. On dit que ces corps sont *électriquement excités*, et les phénomènes qu'ils produisent sont appelés *électriques*. Pour bien observer les circonstances particulières sous lesquelles ces phénomènes se présentent, on se sert d'un appareil qu'on nomme machine électrique, et qui consiste en un cylindre de verre (planche 11, fig. 9), porté sur des colonnes de la même substance, et qu'on peut faire tourner de manière à presser contre un coussin de soie enduit d'un peu d'amalgame de zinc, et en deux cylindres de métal, dont l'un est en rapport avec le coussin et dont l'autre est placé en opposition avec le cylindre de verre, tous deux étant portés sur des tiges de verre.

3. Si à un fil de métal on pend deux boules creuses dorées, tenant à des fils de soie enduite d'étamure, et qu'après avoir fait communiquer le fils de métal avec l'un des cylindres métalliques on fasse agir la machine, les boules se repousseront ; mais si l'une des boules communique par son fil particulier avec l'un de ces cylindres, et l'autre également par son fil avec l'autre cylindre, les boules, après que la machine aura été mise en mouvement, s'attireront ; et, si l'expérience est faite dans des circonstances favorables, au

moment où les boules viendront en contact, des étincelles lumineuses seront apperçues.

Comme les deux boules, pendant qu'elles sont en contact avec le même cylindre, peuvent être considérées comme recevant la même impulsion ou impression, on dit qu'elles sont *simulairement électrisées*; mais lorsqu'elles sont mises en rapport avec des cylindres différens, on dit qu'elles sont *différemment électrisées*; et des corps électrisés qui se repoussent sont considérés comme ayant le même état électrique, et d'autres qui s'attirent comme ayant des états électriques différens.

4. Il n'existe probablement pas deux corps différens en nature qui ne soient capables de manifester des phénomènes électriques, soit par le contact, soit par la compression ou par le frottement; mais les premières substances dans lesquelles on a observé cette propriété ont été des corps vitreux et résineux; c'est pourquoi on a appelé les différens états, états d'électricité *résineuse* et d'électricité *vitreuse*. Les corps résineux se comportent avec le verre de la même manière que la soie. On a également employé les termes d'électricité *positive* et d'électricité *négative*, d'après l'opinion que les phénomènes électriques dépendaient d'un fluide subtil particulier, lequel, dans les corps vitreux, devient en excès, et dans les corps résineux, en défaut, et que par son mouvement et son transport on concevait produire les phénomènes électriques.

5. Du verre et de la soie, de la soie et du soufre, du soufre et des métaux, de la résine et des métaux, tous deviennent par le frottement ou par leur

contact fortement électrique, et capables, par conséquent, d'attirer d'autres corps et de communiquer leurs pouvoirs d'attraction à de petites masses de matière avec lesquelles on les met en rapport. Une boule creuse ou une bande de feuille d'or, qu'on a fait toucher à du verre excité par de la soie, seront repoussées par une boule ou une bande de feuille d'or qui se sont trouvées en contact avec de la soie excitée par du soufre, ou par une boule ou une bande de feuille d'or qui ont été mises en attouchement avec du soufre excité par un métal ; de sorte que les états d'attraction et de répulsion dépendent entièrement de l'action entre les deux substances et non d'une force particulière et inhérente à chacune d'elles.

Je ne répéterai pas ce que j'ai déjà dit ailleurs contre les dénominations de fluide en état vitré, et de fluide en état résineux ; savoir : que l'excitement de ces états, soit par le verre, soit par la résine, est un effet très-relatif, et que c'est toujours le corps qui conduit le mieux le fluide, qui le transmet à celui qui le conduit le moins bien.

On vient de voir, par le texte, qu'on excitement entre la soie et le verre repousse un autre excitement entre la soie et le soufre, ou entre celui-ci et des métaux ; de sorte que le même corps devient vitreusement ou résineusement électrisé suivant la substance avec laquelle il est frotté. Les corps résineux, qui sont négatifs vis-à-vis le verre, sont positifs vis-à-vis les métaux, et le verre qui est positif vis-à-vis les métaux est négatif vis-à-vis les résines. Les dénominations d'électricités vitreuse et résineuse ne peuvent donc sous aucun rapport subsister, n'étant fondés que sur des caractères très-anomaliques.

Quand on considère que les phénomènes que manifestent les expériences électriques consistent tous dans la rupture de l'équilibre entre les quantités de fluide électrique qui sont appliquées sur deux différens corps, sur l'un corps le fluide se trouvant condensé,

et sur l'autre raréfié, et dans la tendance de ce même fluide à faire cesser son inégale répartition, on ne peut un seul instant s'arrêter à l'idée que ces phénomènes seraient produits par deux fluides distincts, dont l'un vitré appartiendrait en propre au verre, et l'autre résineux, aux résines.

Quant à l'attraction entre les corps différemment excités, et la répulsion entre ceux similairement excités, le premier effet est produit par la cessation de l'excitement en vertu de la confusion des atmosphères opposées, et le second, par la nécessité qu'un espace entre les deux corps reçoive les mêmes atmosphères opposées; car un corps électrisé quelconque s'entoure d'un état opposé au sien, qu'il excite par déplacement, dans l'air ou dans un corps non-conducteur avec lequel il est en contact, comme si la rupture d'équilibre ne pouvait exister que dans le point où l'on opère, et comme si les états opposés voulaient rester en rapport avec les moyens de se détruire. Cette manière d'être et d'agir est nécessairement dans la nature d'un fluide, dont toutes les tendances se dirigent vers l'expansion, et qui répugne tant à se trouver condensé. La répulsion est de l'essence d'un tel fluide et se lie avec sa gravitation vers le soleil. L'atmosphère opposée par lequel tout état électrique est supposé se fixer, parce que, sans la possibilité de sa formation, il n'y a point d'excitement, s'établit en étendue ou par concentration, suivant le plus ou moins de densité des corps.

6. C'est d'après ces circonstances qu'a été construit *l'électromètre* qu'on peut appeler *différentiel*. Cet appareil consiste en deux feuilles d'or suspendues à une plaque de métal et enfermées dans un cylindre creux de verre (planche 11, fig. 10), lequel est fixé sur une autre plaque de cuivre; cette dernière plaque est mise en rapport de communication avec deux bandes d'étain laminé, qu'on a collées sur les faces internes du cylindre en regard avec les feuilles d'or. En faisant toucher la plaque supérieure par un corps électrisé, les feuilles d'or divergeront. Si, en approchant un tube de verre excité par de la soie, leur

divergence

divergence augmente, on dit qu'elles ont le même état électrique que le verre, c'est-à-dire, l'état vitré ou positif; si au contraire leur divergence diminue, on dit qu'elles sont à l'état opposé, ou qu'elles ont une électricité résineuse ou négative.

7. Lorsque des phénomènes lumineux accompagnent l'excitement électrique, on peut s'assurer de la nature des états en présentant au corps excité une pointe de métal; si des rayons de lumiére émanent de la pointe vers le corps, on dit que celui-ci est négativement électrisé; mais si la pointe paraît simplement lumineuse, et sans qu'il en émane des rayons, on dit que l'électricité du corps est positive.

8. On se sert de la *balance électrique* de Coulomb pour mesurer de faibles degrés d'électricité qu'on veut comparer à d'autres dégrés dans des corps de la même nature. Cette balance consiste en une boule creuse dorée qu'on fixe sur une tige de métal, à l'extrémité opposée de laquelle se trouve une feuille mince de même matière. La tige est suspendue horisontalement par le moyen d'un fil mince de métal, lequel entre dans un tube de verre à l'extrémité supérieure duquel on le fixe. Ce tube est inséré dans un cylindre de verre, lequel reçoit, dans ses parois, une tige de métal, portant à une extrémité un bouton de cuivre, et passant par son autre extrémité dans l'air. Il suffit d'une force très-faible pour tordre le fil, et lorsque la boule et le bouton sont portés en contact, et qu'on touche la tige avec le corps électrisé, ils acquièrent la même espèce d'électricité et se repoussent; et l'on mesure le degré de la répulsion à l'aide d'une échelle

de graduation tracée sur la circonférence du cylindre. (Planche 2, fig. 11).

9. Les corps reçoivent l'influence électrique de différentes manières. Si une tige de verre est mise en contact avec un corps électriquement excité, elle recevra l'influence électrique à l'endroit où le contact a eu lieu, et se trouvera seulement électrisée à une faible extension autour de cet endroit; mais les parties éloignées ne seront pas affectées. Une verge de métal au contraire, qui, étant fixée à une tige de verre, est mise en contact avec une surface électrique, sera électrisée sur toute l'étendue de sa surface. Dans le langage ordinaire de la physique, on dit que le verre est un *non-conducteur* de l'électricité ou un *corps isolant*, et le métal un *conducteur*. Quelques corps sont affectés à une extension beaucoup plus grande que le verre, mais beaucoup moindre que les métaux; ce sont entre autres les substances animales et végétales, l'eau, et les liquides contenant de l'eau; on les appele *conducteurs imparfaits*. Suivant les déterminations de Cavendish, le fer conduit 400 millions de fois mieux que l'eau; l'eau de mer, 100 fois mieux que l'eau distillée; et de l'eau saturée de sel, 720 fois mieux que celle-ci. Les acides minéraux sont les meilleurs conducteurs liquides connus, et, après ces substances, les solutions salines, dont la faculté conductrice semble être à peu-près en proportion du sel qu'elles contiennent. Le charbon et les métaux, ainsi que le plus grand nombre des composés métalliques combustibles, sont des conducteurs. L'alcohol et l'éther sont des conducteurs très imparfaits. Le soufre, les huiles, les substances résineuses, les oxides métalliques et les composés de chlorine, sont des non-conducteurs.

10. Il existe une pierre qu'on trouve dans différentes parties du monde, et qu'on nomme *tourmaline*; elle est quelquefois cristallisée en primes à neuf faces, terminés d'un côté, par une pyramide à trois faces, et de l'autre côté, par une à six faces. En échauffant doucement cette pierre elle devient électrique, et son extrémité terminée par la pyramide à six faces est positive et l'autre est négative; en augmentant la chaleur jusqu'à un certain degré, ses états électriques se fortifient; et quand elle commence à se refroidir, on la trouve encore électrique, mais ses états sont changés, l'extrémité d'abord positive étant devenue négative, et, *vice versâ*, celle négative étant devenue positive. Lorsque la pierre a beaucoup de volume, on voit des éclairs de lumière se répandre le long de sa surface.

Il y a d'autres pierres-gemmes et des substances cristallisées qui possèdent une propriété analogue à celle de la tourmaline. L'apparence lumineuse de quelques diamans, lorsqu'ils sont échauffés, dépend sans doute d'une excitation électrique. La substance appelée boracite, laquelle est cristallisée en cubes ayant les bords et les angles tronqués, devient électrique par la chaleur, et dans l'une de ses variétés elle ne présente pas moins de huit faces différemment électrisées, savoir, quatre positives et quatre négatives; et les pôles opposés sont dans la direction des axes du cristal.

11. Il semblerait que dans tous les cas où de l'électricité devient active, les deux états électriques se rencontrent toujours réunis, soit dans différentes parties du même corps, soit dans deux corps différens; et ils sont toujours de force égale et capables de se neutraliser. Si,

pendant que la machine électrique est en mouvement, on établit, à l'aide d'un fil de métal, une communication entre son conducteur positif et son conducteur négatif, toute action électrique vient à cesser; et pour produire une succession d'effets, les deux conducteurs doivent être mis à proximité de corps qui soient en communication avec le sol, lesquels corps prennent alors les états opposés par une influence qu'on peut appeler *induction*, et qui sera expliquée au paragraphe suivant.

12. Lorsqu'un corps non-conducteur ou conducteur-imparfait, pourvu que ce soit une plaque mince, est placé sur un corps conducteur et mis en rapport avec une substance électriquement excitée, sa surface opposée à celle en contact acquiert l'électricité contraire de celle de la substance excitée; et, après que la plaque aura été éloignée du conducteur et de la source de l'électricité, on trouvera que ses deux surfaces auront des états opposés. Si dans le voisinage d'un corps électrisé on place une substance conductrice, l'air, qui est un non-conducteur, se trouvant entre deux, l'extrémité du conducteur qui est en regard du corps électrisé acquiert l'électricité opposée de ce corps, et l'autre extrémité, étant proche d'un corps en communication avec le sol, prendra la même électricité que le corps électrisé, et le point du milieu ne sera aucunement électrique. On peut s'assurer de ces effets en examinant les états de trois séries de boules creuses dorées, suspendues par des fils de métal aux différentes parties du conducteur, lequel est ainsi affecté par de l'électricité induite.

Si, au lieu d'air, une plaque de mica ou de verre

se trouve entre les deux conducteurs *, les mêmes phénomènes se présenteront ; par où il deviendra manifeste que le conducteur ne fait qu'acquérir deux électricités opposées, ou des électricités polaires de la même nature que celle du non-conducteur. Les phénomènes des étincelles, des décharges et de l'électricité accumulée dépendent de cette loi. Dans le cas ordinaire des étincelles électriques, une couche d'air se trouve chargée de la même manière qu'une bouteille de verre garnie en partie par des feuilles d'étain est chargée dans l'expérience de Leyden. (Planche 2, fig. 12). Lorsqu'une personne posée à terre tient la main à une petite distance du conducteur positif d'une machine, la main deviendra négative, et les états se concentreront jusqu'à ce que les polarités, comme on peut les nommer, soient détruites à travers l'air, en produisant une étincelle, un bruit et une sensation particulière. Si un certain nombre de petites boules creuses sont placées sur une surface de métal, et qu'on en approche un corps électrisé, les boules prendront, par induction, l'état opposé de ce corps, et en seront attirées ; mais en venant en contact avec le corps électrisé, leur état se détruira, les boules prendront l'état du conducteur et seront repoussées ; et si elles sont convenablement placées, elles seront alternativement attirées et repoussées aussi long-temps que la machine continuera d'agir.

Tout le mécanisme des activités électriques repose sur l'accompagnement mutuel des états opposés. Déplace-t-on, à l'aide du frottement, de l'électricité de dessus un corps, une quantité égale de ce fluide, pris sur les corps en contact ou en voisinage d'explosion, va tenir l'équilibre avec le point soustrait, et rétablir l'état des choses comme si la soustraction n'avait pas eu lieu. On peut appeler *dilaté* l'état du fluide soustrait, et *condensé* celui du fluide adjoint.

La soustraction et l'adjonction dans une charge électrique sont toujours doubles, et l'une a lieu en rapport avec l'autre, et afin de se fixer mutuellement Chacun des conducteurs isolés du cylindre de Nairne a non-seulement un état contraire appliqué, mais encore l'état opposé à celui-ci, par excitement dans l'air; et il en est de-même de tout corps électriquement excité, lorsque la source et le point accumulé se trouvent l'un et l'autre en isolement.

C'est par une suite de la tendance à l'équilibre et pour que celui-ci ne soit rompu que sur l'espace le plus circonscrit possible, que les effets ont ainsi lieu; car l'on peut concevoir que le fluide déplacé, par ce qu'on appèle induction, d'avec la couche d'air qui entoure le conducteur positif, se transporte de proche en proche jusqu'à celle qui entoure le conducteur négatif, et va établir le positif de cette couche.

Dans une charge, c'est du fluide dilaté qui suit du fluide condensé d'avec lequel il est intercepté par un non-conducteur, en avant du négatif, et par l'air, en avant du positif.

Sur un carreau de verre armé, les états excités s'appliquent, et leur fixation en devient plus durable, comme leur transport pour la décharge, plus rapide à cause de la conduction.

La même application d'état a lieu, mais seulement pour les points en contact, lorsqu'on plonge un conducteur dans l'atmosphère d'un corps électrisé. Si le conducteur est isolé, le fluide de la partie plongeante dans l'atmosphère se retire sur celle hors d'immersion, et excite à son tour dans l'air le contraire de son état acquis, ou le semblable de l'atmosphère et de sa partie en plongement.

Tire-t-on du corps ainsi tenu dans une atmosphère électrique, une étincelle, ou lui en transmet-on une, il se trouvera, après qu'il sera retiré de l'atmosphère, dans le cas d'en prendre ou d'en donner également une, ou sera positivement ou négativement électrisé.

Plonge-t-on le conducteur en entier dans l'atmosphère, de manière à ce qu'aucune partie n'en soit hors d'immersion, alors l'état de l'atmosphère ne peut être repris, mais l'atmosphère elle-

même est déplacée, comme aussi le fluide du corps électrisé, sur la face en regard du corps plongeant, en même-temps que l'atmosphère s'y étend en épaisseur.

Il résulte de cet approche d'un conducteur isolé d'un autre chargé, ce qu'on nomme accroissement d'intensité par diminution de capacité; le conducteur dont la charge se concentre sur la face qui n'est point en regard du corps plongeant, en acquiert une distance plus grande d'explosion et une charge en apparence plus concentrée, malgré que dans le fait elle ne soit pas changée.

C'est ainsi que sur une série de globes métalliques contigus la charge, à en juger d'après l'extension de l'atmosphère, se montre plus intense qu'elle ne le serait, proportion gardée de la surface et à égale quantité de fluide sur des boules non en communication; cela provient de ce que, vers les sections sphériques en regard, les atmosphères se trouvent applaties, et que là où il n'y a pas d'atmosphère fixante, il ne peut y avoir de charge. Le fluide se concentre donc sur les parties, non en contact, des boules, et son atmosphère prend, de ce côté, en extension ce qu'elle ne peut avoir en égale distribution sphérique. On peut faire une expérience très-démonstrative de ce fait, en chargeant une série de globes conducteurs suspendus à des fils de soie et mis en contact. Après avoir pris la mesure de la distance de l'étincelle ou de l'extension de l'atmosphère, on éloigne peu-à-peu et à des distances égales, les globes; on remarquera qu'à mesure que cette manupulation s'exécute, la distance d'étincelle diminue, et, lorsqu'elle se trouve égale à la moitié de la distance entre les globes, elle devient stationnaire. Approche-t-on de-nouveau les globes, on voit la distance d'étincelle reprendre, à mesure, la même extension, à quelques différences près qui dépendent de la perte inévitable du fluide.

Cependant, si le conducteur rendu plongeant communique avec le sol, un résultat opposé s'obtient, et l'intensité de la charge diminue en même temps que la capacité du corps électrisé, pour contenir le fluide électrique, augmente; alors l'état de l'atmosphère s'applique, et une charge appliquée peut devenir infiniment plus intense qu'une autre répandue ou existante par excitement dans l'air ou dans un corps non-conducteur. Ces effets ne sont également

que relatifs, car si l'on retire de l'atmosphère le corps approché, le corps électrisé paraîtra avec toute l'intensité de sa charge acquise en vertu de son accroissement de capacité, et se déchargera avec une force en raison de la diminution que sa capacité éprouve. C'est sur ce principe que sont fondés tous les appareils de collection, de multiplication, de condensation et de duplication.

L'expérience de la grêle présente tout simplement des corps qui, par communication à contact, et non par induction, reçoivent un état électrique, et qui en vertu de leur légèreté sortent de l'atmosphère d'un autre corps similairement chargé, dont l'état est opposé au leur. La boule de sureau prend l'état du conducteur qui charge l'une des plaques, et, ne pouvant exciter son atmosphère fixante propre dans celle de la plaque, sort de cette atmosphère et rencontre la plaque opposée sur laquelle l'état de la dernière atmosphère est prise en application; elle ne se décharge donc pas seulement sur cette plaque, mais participe à son état, par communication à contact de son fluide propre, et, de positive qu'elle était, étant devenue négative, elle retourne vers la première plaque, et ainsi alternativement de l'une vers l'autre jusqu'à ce que l'équilibre soit rétabli.

Une boule amovible que, par induction, la première plaque aurait mise dans un état opposé au sien, en serait attirée au lieu d'en être repoussée, et serait repoussée par l'autre plaque.

13. Si un nombre de cylindres de métal, isolés par du verre, sont placés sur la même ligne, mais sans se toucher, le dernier communiquant avec le sol (planche 3, fig. 13), et le premier se trouvant vis-à-vis le conducteur chargé d'une forte machine, tous les autres cylindres deviendront électrisés, et chacun d'eux offrira deux pôles, le pôle positif de l'un étant opposé au pôle négatif de l'autre; et si une étincelle éclate du dernier, des étincelles éclateront sur toute la ligne. On peut, de la même manière, charger les unes par les autres une suite de bouteilles de Leyden, la sur-

face extérieure de la première rendant négative la surface intérieure de la seconde, et ainsi de suite; et en faisant communiquer entre elles, d'abord les surfaces qui ont la même espèce d'électricité, et ensuite deux surfaces opposées, on peut produire une forte explosion. (Planche 3, fig. 14).

14. En approchant d'un corps électrisé une pointe conductrice en communication avec le sol, la pointe prend promptement l'état opposé du corps, et il se fait une décharge immédiate qui continue jusqu'à ce que l'équilibre soit rétabli. De grandes surfaces sont beaucoup plus faiblement chargées par induction que de petites surfaces, et sont en état d'accumuler beaucoup plus d'électricité, ce qui rend leur décharge beaucoup plus violente : les forces électriques semblent en effet entièrement appartenir aux surfaces des corps et n'avoir aucun rapport avec la quantité de matière solide qu'ils contiennent.

Les corps pointus ont leur atmosphère électrique indéfiniment allongée, en raison de la concentration de la charge dans ce seul point, et atteignent de plus-loin l'atmosphère des corps qu'à leur aide on veut positivement ou négativement décharger.

Sur un corps sphérique, l'expansion de l'atmosphère se fait en tout sens et par des rayons qui ont tous la même longueur; sur un corps pointu, elle se fait dans le seul sens de la pointe. Le fluide étant ainsi très-concentré et très-effilé, surmonte plus facilement l'obstacle que l'air oppose à son transport; l'effet est le même pour un corps qui se décharge comme pour un qui se charge par une pointe qui est en rapport avec le sol. La pointe allonge en proportion de la charge, l'atmosphère négative comme celle positive, et les transporte de la terre vers le corps.

Une pointe qui serait isolée d'avec la source qui a fourni à une

charge, n'agirait pas plus efficacement sur cette charge qu'un corps rond; ce qui prouve que le pouvoir inhérent à cette forme de corps n'est actif qu'autant qu'une atmosphère quelconque d'un corps électrisé qu'elle a prise en application, puisse par elle être allongée.

On doit joindre à ces causes l'impossible formation, autour d'une pointe, de l'atmosphère fixante, sans laquelle aucun état électrique ne peut subsister. J'ai comparé ailleurs la pointe à un bord mouillé par lequel le fluide électrique s'écoule; et cette idée me paraît assez juste.

15. C'est par une conséquence du principe de l'induction que l'électromètre-condensateur est d'autant plus sensible que l'électromètre ordinaire; cet instrument consiste en deux disques de métal poli (planche 3, fig. 15), dont les surfaces sont parallèles; l'une des surfaces est en communication avec le disque de l'électromètre, et l'autre, mobile, est en rapport avec le sol, et les disques sont très-rapprochés l'un de l'autre. On fait toucher le corps, qu'on suppose électrisé, au sommet de l'électromètre, et ensuite on l'en éloigne: si après cela on soulève le disque, l'effet sera apperçu.

16. La différence dans ce qu'on appèle pouvoir conducteur des corps semble entièrement dépendre de la manière différente dont ceux-ci reçoivent les polarités électriques, ou dont leurs parties sont mises en état de communiquer les pouvoirs attractif et répulsif à d'autres corps. Les non conducteurs semblent ne recevoir les polarités que difficilement; mais ils les retiennent pendant un temps assez long, et présentent probablement, endéans un petit espace, un certain nombre d'alternations différentes de pôles, et ils ne peuvent etre affectés à une distance un peu grande. Les conducteurs imparfaits reçoivent la polarité beaucoup plus facilement, mais ils

offrent un nombre moindre d'alternations, et ne conservent pas aussi long-temps leurs électricités. Les conducteurs parfaits sont facilement affectés sur toute leur étendue, mais ils ne présentent au plus que deux pôles, et leurs états s'entre-détruisent promptement. La difficulté avec laquelle les non-conducteurs reçoivent la polarité se démontre par les phénomènes du chargement de plaques minces et épaisses de verre ou de mica, garnies de métal. Les plaques minces se laissent charger beaucoup plus intensement que celles épaisses, et l'accumulation sur les surfaces opposées est beaucoup plus considérable.

De l'air ou des substances gazeuses raréfiés sont beaucoup plus susceptibles de recevoir les polarités que les mêmes corps condensés; d'où provient que l'étincelle électrique éclate à une plus grande distance à travers l'air raréfié ou de gaz légers qu'à travers le même fluide condensé ou de gaz pesans; elle éclate aussi à une plus grande distance à travers de gaz qu'à travers de liquides non-conducteurs.

17. Lorsqu'une surface non-conductrice, garnie de deux surfaces conductrices, et chargée de manière à donner à travers l'air une étincelle d'un pouce de longueur, est mise en communication par ses deux surfaces avec un semblable appareil non chargé, les deux systèmes peuvent être déchargés ensemble, mais l'étincelle ne sera que la moitié aussi longue que si chaque système avait été déchargé séparement. Dans ce cas, la *quantité* de l'électricité est considérée comme restant la même, mais on dit que son *intensité* n'est que de la moitié lorsqu'elle est déchargée d'une surface double. Ces expressions de quantité et d'intensité,

quoiqu'il ne soit pas facile d'y attacher un sens bien déterminé, sont néanmoins utiles en ce qu'elles donnent plus d'aisance pour l'arrangement de quelques phénomènes électriques importans.

La condensation est fondée sur ce que, par l'application de l'atmosphère d'un corps chargé, l'intensité de la charge diminue et la capacité pour le chargement augmente ; ce qui fait que le corps peut prendre un état électrique plus intense et le prend par sa communication avec un corps qui est en rapport avec le sol. Si ensuite le corps qui a pris l'atmosphère en application vient à son tour en rapport avec le sol, il renforcera son état quelconque de la même quantité que l'a fait le corps chargé.

Dans la duplication, on communique des états imperceptibles pour les électromètres les plus délicats, à un conducteur dont la charge est de part et d'autre appliquée. Cet appareil est proprement un carreau électrique à quadruple application. On renforce l'atmosphère en lui faisant supporter momentanément une fixation double et en la mettant par un attouchement communiquant au courant de cette fonction. On fait ensuite partager celle-ci et on renforce la charge au niveau de la capacité augmentée, puis on repartit également les deux atmosphères : on défixe de la moitié la charge, on porte le fixant à une nouvelle intensité, et ainsi de suite, jusqu'à ce que l'état doublé, ou plutôt multiplié, étant réduit à une contre-charge dans l'air, ou à une fixation demi-appliquée, puisse réagir sur l'électromètre par sa tendance à l'application, qui est celle à la décharge. Tel est le mécanisme du condensateur-multipliant. Chaque double manœuvre d'enlevement et de réimposition ne donne qu'une multiplication simple.

Cet appareil a de caractéristique, que sa décharge ne peut être obtenue par double communication, à-moins de le démonter, et alors encore, sur trois cas de décharge, deux se font par partage de fluide et par demi-déchargement, et une seule par décharge entière.

Toute circonstance où du fluide est forcé à la circulation, à la composition ou à la décomposition, pendant que le condensateur-multipliant est, par deux de ses plaques, en communication avec le sol,

doit lui faire contracter une charge qu'à tort on considère comme spontanée.

J'ai déjà dit en vertu de quelles qualités, dépendantes de leur nature oxidée ou réduite, les corps reçoivent le fluide électrique dans leur masse ou à leur surface. L'hydrogène réduit n'exerce aucune attraction sur le calorique, quelle que soit la forme sous laquelle il se présente, et la lumière est le plus fortement réfractée par l'hydrogène, comme elle est le plus complétement réfléchie par les métaux, et comme, par ces derniers corps, la chaleur et l'électricité sont les plus rapidement transmises.

Les non-conducteurs, au contraire, lesquels sont tous des corps oxidés, reçoivent et retiennent le fluide dans leur masse à cause que leur oxigène cherche à s'en faire gazifier, ou leur sousoxide d'eau à s'en faire proportionner dans le rapport de l'eau; et cet effet est d'autant plus marqué que la sousoxidation de l'eau ou sa surcombinaison par de l'hydrogène est plus forte; mais elle peut cesser dans les corps qui, comme le carbone et le bore, ont le complet d'hydrogène pour leur plusoxidabilité acide, et qui de ce chef sont des corps plusoxido-réduits.

Le verre, qui est hydrogéné par la soussaturation de deux oxides, et en général les corps vitrifiés chez lesquels la fusion a mis l'hydrogène davantage à nu, sont des isolateurs, tandis que les corps moins hydrogénés, et sur-tout ceux plusoxidés par de l'eau, sont des sémi-conducteurs.

Les non-conducteurs se chargeant par polarisation ou par zones alternatifs d'états opposés, doivent plus long-temps conserver une charge qui par là se trouve fixée. L'échauffement de ces corps, rendant plus libre le fluide des zones, peut les faire charger par une polarisation unique. C'est pourquoi un carreau armé qui, à cause de son épaisseur ou de sa densité, se refuse à la charge, devient électrisé dès l'instant qu'il est suffisamment échauffé.

Les atmosphères suivent, dans leur développement, le rapport inverse de la densité; ce qui prouve qu'elles existent à l'état appliqué, et non à celui interposé, comme généralement on le suppose; le négatif existe par désapplication, et, comme le positif, par con-

centration ou développement en raison de la densité et de la rareté du corps.

18. Lorsque, pour conduire de très-grandes quantités d'électricité, on se sert de surfaces très-petites, celles-ci deviennent incandescentes. Parmi les substances conductrices que, sous ce rapport, on a essayées, le charbon est le plus vite échauffé par des décharges électriques (*); suit le fer, le platine, l'or, puis le cuivre, et finalement le zinc. Les phénomènes de l'ignition électrique, soit qu'ils aient lieu sur des gaz, sur des corps liquides ou sur des corps solides, semblent toujours être l'effet d'un violent exercice des pouvoirs attractif et répulsif électriques, lequel exercice peut tenir à un mouvement des particules du corps affecté. Qu'une matière subtile, et telle qu'on s'est figuré la matière de la chaleur, ne puisse être détachée d'avec les corps mis en incandescence par l'effet de l'électricité, semble probable d'après la circonstance que, par le moyen de l'appareil de Volta, lequel sera immédiatement décrit, un fil de platine peut être maintenu pendant un temps illimité dans un état d'ignition intense, et cela dans le vide; et l'on ne peut pas supposer qu'un tel fil renferme une quantité inépuisable de matière subtile de laquelle résulterait son ignition.

Pour rendre incandescent un corps conducteur, le fluide électrique se modifie en chaleur rouge, comme pour gazéifier un corps, il se modifie en calorique plus ou moins tendu, et que pour éclairer et échauffer, en passant sur des corps non-conducteurs, il se modifie, partie en lumière, et partie en chaleur. Son passage à cette dernière modification lui est la plus naturelle et elle est la plus conforme à son

(*) Ces conclusions sont tirées d'expériences faites avec l'électricité de l'appareil voltaïque.

ressort, qui est intermédiaire entre le ressort de la lumière et celui de la chaleur. La portion chaleur n'a qu'à reprendre l'excès de ressort de cette lumière, ou, si l'on considère le fluide électrique comme composé des deux modifications extrêmes du calorique, il suffit qu'il se résolve en ses élémens.

L'électricité rend incandescens les corps conducteurs dont la faculté ou la capacité de conduction, en raison de leur nature ou de leur volume, est inférieure à son intensité. Le fluide, ralenti dans son mouvement, se transforme alors en chaleur qui pénètre le corps et le fait rougir. Par la décharge des appareils ordinaires, le corps ne rougit qu'un instant, et se trouve aussitôt fondu, parce que le passage du fluide est instantané et unique, tandis que par la décharge de la pile, il rougit quelque temps avant de se fondre, parce que ce passage est lent et répété. Dans cette expérience, l'appareil ne s'épuise point en proportion de son activité; d'où l'on est en droit de conclure que le fluide devenu sous-électrique par un passage qui est pour lui résistant, en parvenant au pôle soustrait de la pile, se retend en électricité, ce qui est confirmé par le peu de chaleur que reçoit un thermomètre dans le voisinage d'un pareil fil rougi. Le charbon, comme le platine et le fer, et sans doute le bore, lesquels parmi les corps de leur espèce sont les plus mauvais conducteurs de la chaleur, sont aussi ceux qui ralentissent le plus le mouvement du fluide électrique et que ce fluide rend le plus facilement incandescens.

C'est comme chaleur incandescente et non comme électricité que le fluide électrique pénètre les corps qu'il fait rougir et qu'il fond, et il suffit, pour qu'ainsi il se détende, que la route qu'il parcourt soit, ou trop étroite pour sa quantité, ou trop peu conductrice pour sa qualité; il se détache donc, et comme il peut spontanément perdre, mais non acquérir du ressort, il se modifie en calorique qui, en raison de sa concentration, est sous forme de chaleur rouge.

19. Certains changemens dans la forme des corps se combinent toujours avec les effets électriques; ainsi, lorsque de l'eau est vaporisée ou condensée, les corps en contact avec ce liquide deviennent électriques. Si,

par exemple, sur un électromètre on place une plaque de métal fortement échauffée, et qu'on laisse tomber dessus une goutte d'eau au moment où ce liquide se vaporisera, les feuilles d'or de l'électromètre divergeront par de l'électricité négative. Du soufre qui a été fondu devient fortement électrique pendant qu'il se fige, et la même chose paraît arriver aux substances non-conductrices en général, lorsqu'elles changent de forme.

Je ne pense pas que quelque chose puisse être davantage concluant pour l'identité des trois modifications du calorique que cet excitement constant d'un état quelconque électrique qui accompagne le changement de forme des corps, et la correspondance de l'état excité, tant avec la combinaison qu'avec la décombinaison du calorique.

Un corps solide devient-il liquide, ou un liquide se change-t-il en vapeur, le corps isolé en contact duquel ce changement est opéré, marque un excitement négatif; et cet excitement est positif lorsque des fluides deviennent liquides, ou des liquides solides. Ces effets ont particulièrement lieu par rapport aux corps non-conducteurs, qui, par une tendance de leur hydrogène à être déplacé, fixent du calorique électriquement tendu. Cet agent, dans le corps touché, se transforme en électricité à l'effet de liquéfier ou de vaporiser le corps touchant; et lorsqu'une vapeur se condense ou qu'un liquide se concrète, le même agent se sépare à l'état où il était engagé, ou se détend, suivant qu'il peut ou ne peut pas s'appliquer.

Un corps qui laisse déplacer son hydrogène par du calorique, exige que celui-ci soit d'autant plus tendu que son oxigène est davantage hydrogéné. Le soufre, dans lequel l'oxigène se trouve ainsi constitué, fixe, en substitution de son hydrogène, du calorique assez fortement tendu pour que dans sa retraite, par le refroidissement, il puisse s'électrifier en entier.

Il n'y a que du calorique tendu à l'égal de l'électricité qui puisse ne pas être déplacé par un grand froid, et ne pas devoir obéir aux lois de

de l'équilibrement qui maîtrisent sa modification en chaleur ; ce qui doit faire croire que c'est à cet état de tension qu'il est engagé avec l'eau qui dissout le composé atmosphérique, et avec le même liquide qui est plusoxidé par l'oxigène dans l'air.

De même qu'il ne se passe aucun changement dans la forme ni dans la constitution des corps qui ne soit accompagné de substitution de calorique à de l'hydrogène ou d'hydrogène à du calorique, il ne peut s'en passer sans que de cet agent ne s'électrifie, ou que de l'électricité ne se calorifie, ou que du fluide électrique ne se combine ou ne se décombine.

20. Comme l'électricité semble résulter des puissances ou des actions générales de la matière, il est manifeste qu'elle doit se montrer continuellement dans la nature ; et qu'un nombre de phénomènes importans dépend nécessairement de ses effets. Lorsque de la vapeur d'eau est condensée dans l'air, les nuages qui se forment sont ordinairement plus ou moins électriques ; et la terre, qui se trouve en dessous de ces nuages, étant par induction mise dans l'état opposé aussitôt que les nuages s'en rapprochent jusqu'à une certaine distance, une décharge est produite sous la forme d'éclair. L'ondulation de l'air occasionnée par la décharge est la cause du tonnerre, dont le bruit est plus ou moins intense, et de plus ou moins longue durée, suivant la masse d'air qui est affectée, et en raison de la distance du point de la décharge à l'endroit où le bruit se fait entendre. Il ne sera peut-être pas sans intérêt de donner un plus ample développement à cette idée : les effets électriques se passent dans une durée de temps qui n'est pas appréciable ; on a trouvé qu'une décharge, qui parcourt un circuit de quatre milles, est instantanée ; cependant le son se meut en raison de douze milles à peu près par minute : si l'on suppose

maintenant que l'éclair parcoure l'espace de quelques milles, l'explosion sera d'abord entendue du point de l'air agité, qui est le plus proche du spectateur. Il parviendra graduellement des parties les plus distantes de la route que parcourt l'électricité, et sera entendu, le plus tard, de l'extrémité la plus éloignée, et les différens degrés d'agitation de l'air, comme aussi la différence de l'éloignement, rendront raison des intensités variables du son, de ses réflexions et de ses changemens apparens.

21. Pendant un violent orage, lorsque le bruit succède immédiatement à l'apparition de l'éclair, les personnes qui s'apperçoivent de cette circonstance ne sont pas tout-à-fait exemptes de danger; si l'intervalle est d'un quart de minute, on est en sûreté. Aux temps d'orage, les lieux les plus bas sont le mieux garantis, et une position horizontale du corps présente le moins de danger. Le voisinage des arbres et des édifices sera évité, sur-tout celui des arbres, dont la sève en circulation est comptée parmi les conducteurs, et forme partie d'un cercle électrique. Dans les maisons, la cave est l'endroit le plus sûr, et dans les appartemens on s'éloignera, autant que possible, des feux; mais les les moyens que Franklin a imaginés ont considérablement détourné les effets destructeurs de l'électricité atmosphérique, et, à l'aide de conducteurs pointus, le nuage orageux est désarmé dans ses effets les plus effrayans, et la foudre est paisiblement éconduite sous la forme de scintillations impuissantes.

Si l'on fait monter à une certaine élévation dans l'air un cerf-volant retenu par des cordes entrelacées de fil

de métal, et attachées à un conducteur isolé, celui-ci donnera ordinairement des signes d'électrisation, lesquels sont particulièrement forts lorsque des nuages flottent dans l'atmosphère. Ce fut par un simple appareil de ce genre que le physicien d'Amérique fit sa grande découverte touchant l'idensité de l'électricité et de l'éclair.

La trombe de mer est probablement l'effet d'un nuage légèrement électrique, peu élevé au-dessus de la mer, et qui est mis dans un état opposé d'électrisation; et l'attraction que les parties les plus basses du nuage exercent sur la surface de l'eau peut être la cause immédiate de cet effet extraordinaire.

Les flamboiemens des aurores boréale et australe ressemblent exactement à une forte électricité artificielle qu'on décharge au travers de l'air raréfié; et comme les pôles sont des non-conducteurs armés par la glace ou la neige, et comme de la vapeur doit continuellement se former dans l'atmosphère qui est au-dessus, l'idée de Franklin que les aurores pourraient provenir d'une décharge d'électricité accumulée dans l'atmosphère aux environs des pôles, par ses parties les plus raréfiées, n'est pas sans vraisemblance. Cependant, on peut également expliquer le phénomène en supposant que la terre elle-même possède la polarité électrique, ou que les mouvemens de l'atmosphère produisent l'effet; mais toutes les vues sur cette matière sont nécessairement hypothétiques, et la lumière que présentent les aurores peut provenir d'autres causes que de l'action électrique.

Je ne sais si dans le phénomène de l'orage on peut voir autre

chose qu'une décomposition très-rapide de l'air, dans l'eau qui dissout son composé. Une forte influence sidérale, ou une surcalorication de l'eau qui est plusoxidée par l'oxigène, prédispose à cette décomposition, laquelle une fois commencée dans un point s'étend bientôt au loin. Le calorique séparé s'outretend par concentration, et forme le fluide des fulgurations; bientôt l'eau est décomposée et presqu'aussitôt recomposée; ce qui donne lieu aux éclairs et aux détonnations qu'on appèle le bruit du tonnerre.

La qualité non-conductrice de l'air, pour la chaleur, détermine principalement la concentration de celle-ci en électricité; on distingue facilement l'étincelle qui décompose l'eau, de la lumière que ce liquide développe en se recomposant. La chûte de la pluie succède en général immédiatement à cette récomposition; et la grêle prouve encore que beaucoup de calorique est distrait ou décomposé.

Un orage a-t-il fait son explosion, si le baromètre, après avoir éprouvé une forte chûte, remonte, le thermomètre baisse proportionnement; et les orages, qui éclatent pendant que ces deux appareils font peu de mouvement, récidivent au lever de la lune, et ont souvent de longs retours.

Le nuage orageux, qui lui-même porte son fluide par pénétration de masse et comme non-conducteur, ne saurait, par induction, exciter sur la terre l'opposé de son état; et la marche incertaine de la fondre, dans son explosion, comme les effets d'inflammation et de fusion plutôt que d'application, qu'elle produit, fait clairement voir que le sol ne lui offre point d'espace vuide à occuper. Un tel corps ne peut se charger que par pôles, et lorsque sa charge éclate, c'est que la matière du corps est elle-même dispersée.

Un corps mobile chargé se précipiterait sur un autre corps auquel, par induction, il aurait communiqué l'état opposé de sa charge; c'est ce qui entre les nuages et la terre n'a jamais lieu; d'où l'on peut encore conclure qu'il n'existe aucun rapport de chargement entre les nuages et le globe.

On peut ajouter que le contre-état qui, à la distance où les nuages se tiennent de la terre, déterminerait une explosion, devrait être d'une intensité immense; que la presque totalité des éclairs

n'atteint pas la terre, mais se disperse dans l'air en se surtendant et se soustendant en lumière et en chaleur; que souvent, arrivée près du sol, la foudre remonte dans l'atmosphère, et que s'étant même déjà appliquée sur des corps conducteurs, elle en éclate encore pour se disperser dans l'air. Les globes de feu que l'on nomme bolides et qui sont du fluide électrique à qui la résistance de l'air a fait prendre une figure de sphère, se promènent long-temps dans une direction parallèle au sol et à peu de distance de la terre avant d'éclater, et lorsqu'ils font explosion, c'est pour enflammer ou fondre les corps plutôt que pour s'y appliquer et pour en saturer l'état de soustraction. C'est sans doute à des fusions de cette nature que les pierres, appelées *de l'air*, doivent leur origine.

Si l'atmosphère se trouvait avec le globe, dans des rapports continuels d'électrisation par déplacement, il nous serait le plus souvent impossible d'exciter des phénomènes électriques à cause que dans du fluide distribué et fixé en charge, il ne peut exister de second chargement.

Quant à l'usage des paratonnerres pour détourner des habitations, les mauvais effets de l'orage, leur utilité particulière est incontestable, mais celle générale est très-douteuse, et la récapitulation de leurs effets depuis qu'ils ont commencé à être établis, ne prononcerait certainement pas en leur faveur.

Considère-t-on ces appareils sous le rapport de leur influence sur le temps, on n'aura pas d'avantage à s'applaudir de leur découverte; et si l'on ne peut pas dire que l'irrégularité des saisons qui se répète tous les ans depuis leur introduction sur notre continent, doit leur être exclusivement imputée, on ne peut disconvenir qu'une cause qui soutire sans cesse de l'air l'un des ingrédiens essentiels de sa composition, et qui détourne l'agent principal de ses élaborations, doit immanquablement porter le désordre dans la régularité de sa marche, et interrompre la succession des effets qui lui sont attribués. Le plus frappant de ces désordres est le prolongement indéfini d'un temps quelconque qui, après de longs efforts, est une fois parvenu à s'établir.

22. La manifestation ordinaire des effets électriques

consiste en des attractions et des répulsions dans lesquelles des masses de matière sont comprises. Cependant, il existe d'autres effets dans lesquels les changemens s'opèrent, en quelque sorte, dans des temps imperceptibles, et où l'efficacité s'exerce sur l'arrangement chimique des corps.

Si un morceau de zinc et un autre de cuivre sont mis en contact mutuel, il en résulte une combinaison électrique faible, dans laquelle le zinc est positif le cuivre négatif : on s'assure de cet effet à l'aide d'un électromètre de condensation très-sensible, ou bien en faisant tomber à travers un crible, de la limaille de zinc sur une plaque de cuivre mise en rapport avec l'électromètre ordinaire ; mais le pouvoir de cette combinaison est mieux démontré dans les expériences que l'on nomme *galvaniques*, et qui consistent à mettre en contact avec l'un des nerfs et des muscles lombaires d'un animal récemment tué, et tel que le serait une grenouille, les deux métaux susdits, que l'on fait communiquer entre eux. Au moment du contact, ou lorsque le circuit est établi, un métal touchant au muscle et l'autre au nerf, il se produit des contractions violentes dans les lombes. Si deux lames, l'une de zinc et l'autre de cuivre, sont plongées, par une extrémité, dans la même portion d'eau, et que par l'autre extrémité on les fasse communiquer entre elles, le zinc attirera l'oxigène de l'eau et sera corrodé beaucoup plus vite que s'il ne s'était pas trouvé en contact avec le cuivre ; en ajoutant à l'eau une petite quantité d'acide sulfurique, on verra des bulles d'air inflammable s'élever de dessus le cuivre, quoique le métal ne soit pas dissout et qu'il n'éprouve aucune autre action.

23. L'accompagnement des effets chimiques de la manifestation des pouvoirs électriques se découvre toutefois le plus évidemment dans des combinaisons où ces pouvoirs sont accumulés, et où différens métaux et des corps liquides s'alternent. Si des plaques de cuivre et de zinc, ayant deux ou trois pouces quarrés, et des morceaux de draps de la même grandeur, trempés dans une solution de sel marin, de sel ammoniaque ou de nitre, sont accumulés dans cet ordre : cuivre, zinc, draps mouillé et ainsi de suite, et qu'ils soient montés au nombre de 200 séries, en pile isolée (planche 3, fig. 15 et 16), on en obtiendra un grand nombre de phénomènes remarquables.

En touchant d'une main la base de cette pile et de l'autre son sommet, la partie en attouchement étant mouillée, on éprouvera une commotion.

Lorsqu'un fil de métal, portant à l'un de ses bouts un fragment de charbon bien brûlé, est mis à la fois en contact par ses deux bouts, avec les deux extrémités de la pile, il éclatera une étincelle électrique, ou le fragment de charbon deviendra incandescent.

Un fil de métal attaché au sommet de la pile et porté en contact avec un électromètre sensible, fera diverger les feuilles d'or de cet instrument; en éloignant le fil, et en approchant de l'électromètre un tube de verre excité, l'électricité sera trouvée positive; un fil en rapport avec la base de la pile marquera de l'électricité négative; mais un fil partant du milieu de l'appareil n'aura aucune influence sur l'instrument.

Si des fils de platine, en contact avec les deux ex-

trémités de la pile, sont conduits dans la même portion d'eau ou dans deux portions différentes de ce liquide, mais rendues communiquantes à l'aide d'une substance humectée, de l'oxigène se dégagera au fil qui donne des signes d'électricité positive, et du gaz hydrogène à celui qui en donne d'électricité négative; et les proportions des gaz, lorsque l'expérience est bien conduite, seront telles que leur inflammation, à l'aide de l'étincelle électrique, les convertira totalement en eau, c'est-à-dire, que le volume du gaz hydrogène se trouverait à celui du gaz oxigène, dans le rapport de deux à un.

Si les mêmes fils sont introduits dans des acides sulfurique ou phosphorique faiblement dilués, ou dans des dissolutions de métaux, de l'oxigène sera séparé à la surface positive, et la substance inflammable (combustible acidifiable) ou le métal, seront transportés vers la surface négative.

Lorsqu'un corps, ayant dans sa composition de l'eau, de l'oxigène, et une substance combustible ou un métal, est liquifié par la chaleur, et qu'on l'expose à l'action des mêmes fils, des phénomènes semblables seront remarqués.

Lorsque dans cette expérience on opère sur une solution de sel neutre composé d'acide et d'alcali, de terre, ou d'oxide métallique ordinaire, outre les autres phénomènes qui se manifestent, l'acide se réunit autour de la surface positivement électrisée, et l'alcali, la terre ou l'oxide, autour de celle négativement électrisée, et lorsque la solution est partagée en deux différens vases communiquans entre eux par de l'albeste

mouillé, l'acide qui sera recueilli dans le vase contenant le fil positif se trouvera en proportion déterminée avec la matière recueillie dans l'autre vase, de manière à pouvoir former avec elle un composé salin neutre.

En réagissant par les mêmes fils, sur de l'acide muriatique liquide, du gaz hydrogène se séparera à la surface négative et de la chlorine ou gaz oximuriatique à la surface positive.

Les pôles de la pile qui sont positifs ou négatifs, le sont relativement à l'état de l'appareil, et ils sont l'opposé relativement à leur effet; ce qui fait que les uns, considérant l'état de l'appareil, ont nommé positif ce que d'autres, considérant les effets obtenus, ont nommé négatif, et *vice versâ* pour les pôles opposés. C'est ainsi que, par ces expressions, on doit tantôt entendre l'état dans lequel le pôle met un corps, et tantôt le pôle vers lequel le corps se dirige.

Une pile qui se décharge et qui, sur son passage, trouve une décomposition chimique à opérer, partage son fluide en deux portions dont l'une se combine et l'autre s'applique, la première avec l'oxigène et la seconde sur l'hydrogène, ou l'une avec le corps oxidé, et l'autre sur le corps rédoit, et lorsque les deux corps sont oxidés, la première portion avec le corps le plus oxidé, et la seconde sur le corps le moins oxidé. Le corps qui combine le fluide devient négatif à cause que la présence en est masquée et la nature changée, et se porte vers le pôle positif, et celui sur lequel le fluide s'applique, devient positif et se porte vers le pôle négatif.

Si au pôle positif, l'oxigène ne trouve point d'oxidation à opérer, ou l'oxide point de plusoxidation à éprouver ou à produire, le fluide reste combiné; et le pôle reprend sur la charge de la pile, la portion de fluide qu'il a perdu; et si, au pôle négatif, l'hydrogène ou le corps réduit ne trouve point de réduction à

effectuer, le fluide se décharge sur ce pôle, et refoulant vers celui positif, la charge de l'appareil se rétablit.

Se trouve-t-il au pôle positif un effet d'oxidation à produire sans qu'au pole négatif il y ait une réduction à opérer, ou *vice versâ*, il se fait une rupture d'équilibre dont on peut facilement prévoir les effets.

Si par l'oxidation il se dépose plus de calorique que par la réduction il ne s'en fixe, l'équilibre est encore rompu, mais moins que dans le cas précédent; et lorsque, ces deux effets étant égaux, il se fixe plus de fluide pour opérer la décomposition qu'il ne s'en engage et ne s'en dégage pour la composition, l'équilibre est également rompu.

La pile ne compose qu'après avoir décomposé, et ses réductions sont des compositions, mais par moins de matière, comme ses oxidations le sont, mais par plus de matière; car la première opération compose un métal, ou réhydrogène un acide sec, tandis que la seconde surcompose un de ces corps.

La composition par la pile est donc un effet secondaire de son activité, et la décomposition en est un effet primitif, et l'on peut dire que ce n'est que par les élémens qu'elle a séparés d'un premier corps qu'elle compose deux seconds, dont l'un décompose l'élément oxigène et se surcompose, et dont l'autre est décomposé et en même-temps autrement composé par l'élément hydrogène.

La pile n'oxide qu'immédiatement, et point par la substitution de l'eau à l'hydrogène du corps, comme dans son action secondaire, elle ne réduit que par la substitution de l'hydrogène à l'eau, à moins que le corps à réduire ne soit un thermoxide. C'est que ce liquide n'est point à l'usage de ses fonctions, son fluide ne pouvant le transporter sans le décomposer.

On peut strictement dire que la pile ne décompose que l'eau, et que c'est par les principes de ce liquide qu'elle oxide et qu'elle réduit; elle sépare encore les corps moins oxidés d'avec les corps plusoxidés; mais par ces corps, elle ne saurait oxider, comme

par des corps réduits, autres que l'hydrogène, elle ne saurait réduire.

Une égalité d'effets sans rupture d'équilibre serait produite par un corps que la pile, après l'avoir décomposé par une première action, recomposerait par une seconde, parce que le fluide repris serait restitué. Il n'y a que l'eau qui pourrait se prêter à une pareille opération; aussi une pile qui, après avoir décomposé ce liquide, pourrait à son pôle positif le récomposer par du gaz hydrogène, ne serait pas plus épuisée que si sa charge circulait librement sur une surface métallique; car le fluide qui serait fixé par l'oxigène serait de-nouveau dégagé par ce principe, et celui que l'hydrogène transporterait serait transmis au pôle négatif comme cela a toujours lieu lorsqu'à ce pole, il n'y a point de réduction à produire. La rencontre à ce pole, de gaz oxigène avec lequel l'hydrogène pourrait recomposer de l'eau, opérerait une combustion, à cause que le calorique produit serait excédant à celui enlevé; et la pile ne saurait se charger de fluide qui lui est étranger.

L'oxigène qui a son complet de calorique pour son état de gaz après que par le fluide de la pile il est déplacé d'avec l'hydrogène, ne pourrait, sans produire une combustion, oxider au pole positif, des métaux fortement oxigénés, si le calorique que dans cette opération il déposè n'était repris par ce pole, en remplacement de la portion de fluide que l'hydrogène a transporté vers le pole négatif, et les oxides ne seraient point thermoxidés; et si le pole positif, comme quelques-uns paraissent le croire, devenait soustrait, cet oxigène ne pourrait plus thermoxider les thermoxides, devant, à cet effet, prendre du excès de calorique à son état de gaz. C'est par le fluide dont l'oxigène se surcharge à ce pole, que ce principe peut devenir corps dissolvant, et il n'y a pas de doute que si du gaz muriatique oxigéné pouvait être tenu au pole positif d'une pile, ce gaz ne devint suroxigéné. C'est ainsi que Ritter a suroxigéné ou dissout par de l'oxigène, jusques à l'oxide d'argent.

Si un métal placé au pole négatif n'était soustrait dans son fluide électrique, il ne pourrait, comme il le fait, s'hydrogéner par l'hydrogène que le fluide y reconduit; ceci explique comment du tellure et de l'arsénic hydrogénés ne se déshydrogènent pas à une cha-

leur rouge, tandis que dans le cercle d'une pile qui communique par leur surface, il le font si facilement. Cela provient de ce que cet hydrogène qui, auprès de ces corps, se trouve en substitution de fluide électrique, ne peut être déplacé que par ce fluide. On peut, de cet effet, tirer une forte induction pour la manière dont se développe l'état électrique.

Lorsque la réduction par la pile doit s'opérer sur un acide, et que l'effet est produit sans sousacidification, l'hydrogène transmet au pole de l'appareil tout son fluide appliqué, et il se fait un dégagement de calorique en vertu de l'hydrogène qui, près de l'oxigène de l'acide sec, se substitue à cet agent. Ceci fournit toute la preuve désirable que dans les acides l'oxigène de plusoxidation se trouve engagé en eau dans un rapport voisin de la liquidité.

Quand le seul épuisement d'une pile, qui sert à opérer des décompositions chimiques, attesterait que les choses ont ainsi lieu, ce témoignage serait suffisant pour ne pas en douter.

La relativité des effets que les corps présentent sous la pile détruit d'avance toute hypothèse dynamique par laquelle on voudrait expliquer ses phénomènes; car tel corps qui étant associé à tel autre corps est transporté vers le pole positif, serait transporté vers le pole négatif, si un second corps auquel il serait associé avait son hydrogène plus saturé que lui, et *vice versâ*, si l'hydrogène en était moins saturé; la pile peut faire juger de la quantité relative de l'oxigène dans un corps.

Dans la décomposition des corps ayant une base, le fluide de la pile transporte de l'eau plus hydrogénée vers son pole négatif, et du même liquide moins hydrogéné vers son pole positif, parce que ces eaux ne sont, ni isolées, ni proportionnées pour leur liquidité; mais elle ne saurait transporter de l'eau libre, qu'à cet effet elle devrait pouvoir partager en eau hydrogénée et eau oxigénée; ce qui, sous le dernier rapport, lui est impossible, la pile ne pouvant qu'ajouter et non enlever du calorique; et la portion de l'eau à laquelle elle en ajouterait, se transporterait vers le négatif comme devenant davantage hydrogénée, tandis que comme devenant négative par la fixation du fluide, elle devrait se trans-

porter vers l. positif, et la portion qui ne recevrait point le fluide dans sa m sse, mais seulement à sa surface, comme étant davantage oxigénée, devrait se transporter vers le positif; et cependant sa charge par application l'attire vers le négatif. La pile ne peut donc que décomposer l'eau, et elle décompose ainsi tous les corps qui sont à hydrogène davantage oxigéné que l'est ce liquide.

Lorsque la pile agit sur un composé dont un des élémens se trouve avec plus d'oxigène que l'hydrogène n'en a dans l'eau, non-seulement ce corps est séparé, mais il est décomposé, et son oxigène est transmis conjointement avec l'autre corps vers le positif, et la décomposition en analyse prochaine est moindre dans le rapport de l'accompagnement de cette analyse de celle éloignée. Le corps décomposé dans son oxigène, s'il ne l'était pas dans ce principe, devrait être transporté vers le positif comme davantage saturé de calorique, et, dans ce rapport, moins saturé d'hydrogène; et alors, pour peu que la pile serait active, l'acide éprouverait une décomposition.

Quand je dis que dans un corps l'hydrogène est davantage saturé d'oxigène que dans l'eau, je n'avance rien de contradictoire au principe que l'hydrogène est de tous les corps celui qui se combine en moindre proportion avec l'oxigène, parce que ceci s'entend de l'hydrogène libre et non de celui uni à une base, dont la matière ne concourt en rien à la saturation, la capacité de combinaison générale dépendant de l'hydrogène et point d'aucun autre principe.

Si, sous la pile, l'eau n'était pas décomposée, elle serait négative à l'égard de tous les corps autres que les thermoxides, parce que le rapport de l'oxigène y est le plus grand.

Il n'est toutefois pas impossible que la pile résolve l'eau à 0° de température, en ses deux élémens qui sont l'eau hydrogénée et la glace; la première, en accumulant du fluide et devenant positive, devrait alors se transporter vers le négatif, et la seconde, qui de sa nature est oxigénée, en fixant du fluide et devenant négative, se transporterait, sous forme d'eau ordinaire, vers le positif.

On a dit que deux corps qui viennent en rapport pour se com-

biner, prennent des polarités électriques contraires, et que c'est en vertu de la confusion de leur état, ou par l'effet d'une décharge, que leur combinaison a lieu; mais aucune expérience directe n'a prouvé cette assertion, et le raisonnement la contredit. Pour qu'une matière en travail de combinaison pût devenir négative, il faudrait que du calorique s'y substituât à l'hydrogène, et que ce calorique fût pris sur l'électricité du corps, lequel, pour rendre sensible cette soustraction, et la rendre exécutable, devrait être contenu dans un bon conducteur, et ce conducteur être placé sur un isolateur; mais l'on sait que dans la presque totalité des combinaisons qui ont lieu sans administration de chaleur, du calorique se dégage au lieu d'être fixé, et que ce n'est que dans les solutions des corps plusoxidés par l'eau, et dans la congélation de ce liquide, comme aussi dans la plusoxidation de l'eau hydrogénée à l'aide de son échauffement, par l'oxigène sousgazeux de l'air, que du calorique se fixe, et que par conséquent une matière en combinaison peut devenir négative; d'où il suivrait que beaucoup plus de corps doivent devenir positifs que négatifs; ce qui sort de la loi de la compensation du fluide soustrait par celui accumulé, laquelle fait la base de la science électrique; d'ailleurs, l'état excité, quel qu'il soit, est répandu sur toute la masse du corps et non distribué par négatif dans le corps le plus hydrogéné, et par positif dans celui le plus oxigéné; ce qui, après la combinaison, donnerait un état neutre que jusqu'ici on n'a pas encore trouvé à la suite d'un engagement entre des corps tenus isolés.

Les corps qui se combinent avec fixation de calorique, et dont le nombre est égal à celui des corps dont l'engagement se fait avec dégagement du même agent, le font par de la chaleur artificiellement excitée et forcément incorporée, et bien sûrement ces corps ne peuvent manifester un état négatif que leur combinaison aurait procuré. L'adjonction du calorique est nécessaire pour rompre dans ces corps l'état de saturation de l'oxigène, et rendre surcombinée une portion de leur hydrogène qui peut alors contracter de nouvelles combinaisons.

La loi de la formation du fluide électrique est celle-ci : surface conduisant le fluide électrique et dégagement abondant de calorique au moins spécifiquement tendu; un corps isolant l'électricité et en

même-temps la chaleur, et pénétrabilité de la masse de ce corps par le fluide concentré. Dans le premier cas, il se modifie de l'électricité qui s'applique, et dans le second, du fluide qui se concentre sous forme d'étincelles; c'est ainsi que dans l'air, le fluide électrique se forme de la chaleur que l'eau dépose en se séparant de l'oxigène sousgazeux, ou du composé plusoxidé aërien.

Lorsque les deux conditions pour la formation du fluide électrique sont absentes, le calorique déposé se dégage sous forme de lumière ou de chaleur, suivant sa concentration. Dans le système électro-dynamique touchant le mode d'engagement entre les corps, il faut, pour expliquer ce phénomène, que dans les cas où ce dégagement a lieu, les corps se combinant soient supposés avoir un état négatif par accumulation simple, et un état positif par accumulation double; car des états opposés ordinaires, en se détruisant, s'éteindraient et ne pourraient produire, ni lumière, ni chaleur.

On voit, dans l'expérience la plus simple que l'on puisse faire, des métaux isolés devenir positifs par leur contact avec des acides, et négatifs, par leur contact avec des terres sèches. Les premiers de ces corps opèrent par leur eau en oxidant le métal, et ce liquide, en se substituant à l'hydrogène, dépose du calorique, lequel, sur la surface conductrice du métal, l'électrifie; les seconds enlèvent au métal son fluide électrique et se l'incorporent par une tendance à se réduire, et par l'effet atteint d'accroître leur faculté de combinaison. Les alcalis, à cause de leur action prompte sur l'humidité de l'air, et du calorique que l'eau ou les plusoxidant dépose, oxident le métal négatif. Le soufre que le fluide de la pile sépare de l'oxigène ou d'un oxide, est positif et se porte vers le pole négatif, et celui qui est séparé d'un métal est négatif et se porte vers le pole positif. L'hydrogène, comme les métaux, en se combinant avec un corps, excitent un état positif, et en sortant de combinaison, un état négatif. Cela provient de ce que dans l'un cas ils déplacent du calorique, et que dans l'autre cas, le calorique les déplace.

Dans les combinaisons où le métal réduit est remplacé par un oxide, la charge s'accumule sur ce corps, et lorsque ce remplacement se fait par un alcali, elle s'accumule sur celui-ci. C'est que le premier

corps tend lui-même à s'unir au métal après lui avoir transmis son eau, et que le second laisse seulement le métal agir pour en reprendre ce liquide sans lui-même entrer en combinaison. On remarquera que ces substances font ici partie du corps de l'appareil, et que leur état est précisément l'opposé des substances que l'appareil décompose. Entre les poles de la pile, c'est la substance la plus hydrogénée ou la moins saturée d'oxigène qui devient positive; sur son corps, c'est la plus oxigénée ou la moins sursaturée d'hydrogène qui le devient; et le métal le plus oxidable doit être considéré comme accumulant; et, dans le fait, il est le plus hydrogéné.

L'hydrogène réduit est de sa nature accumulateur de l'électricité, à cause qu'il n'a aucune affinité de combinaison avec le calorique; il laisse le fluide inaltéré, et se condense pour le recevoir par application. Comment un corps si élastique, s'il avait le moindre rapport de combinaison avec l'électricité, pourrait-il ne pas prendre, par son engagement avec ce fluide, une expansion que rien ne serait en état de coërcer? Et comment pourrait-il, après s'être ainsi outregazifié, encore se mettre à la place de l'eau pour opérer des réductions?

Si l'oxigène, par sa combinaison avec le fluide électrique, ne devenait négatif, et si après cela il n'était encore sousgazeux, il se gazifierait au point où les deux états opposés de la pile se rencontrent, et il n'y aurait de sa part pas de mouvement rétrograde vers le pole positif, lequel mouvement a pour but de faire prendre à ce principe un supplément de fluide pour se gazifier.

D'après cela, le fluide électrique n'aurait de l'affinité d'accumulation qu'avec l'oxigène, et point avec l'hydrogène. Ceci est conforme à la dernière théorie, mais par affinité nous entendons effet de combinaison; ce qui donne le négatif; et absence d'affinité donne le positif. L'oxigène saturé de calorique, et par conséquent sans affinité avec cet agent, laisse passer le fluide électrique sur la surface des corps auxquels il est ainsi uni; cela fait que l'oxide plusoxidé de manganèse est conducteur; les muriates suroxigénés le sont peut-être également, et le gaz muriatique suroxigéné, s'il pouvait être rendu concret, devrait le devenir.

M. Oersted a très-bien vu que l'oxigène et les corps oxidés, ainsi que

que l'hydrogène et les corps réduits, arrivent à leurs poles respectifs, les uns avec une plus grande intensité de combinaison, et les autres avec une combustibilité accrue, les premiers étant avec défaut de calorique, ce qui augmente l'affinité, et les seconds avec excès de cet agent, ce qui rend davantage combustible.

Le passage suivant, relativement au mode d'action de la pile, se trouve dans un mémoire que nous avons présenté à l'académie de Berlin.

— D'après la théorie phlogistique dont nous exposons ici les bases, l'hydrogène libre ou engagé dans les métaux, ayant son maximum de phlogistique, ne peut plus, sous la pile, fixer du fluide électrique pour le modifier en ce principe, mais doit le recevoir en application pour le laisser glisser à sa surface à la manière des conducteurs, tandis que l'oxigène engagé et les oxides, le retiennent pour le modifier en phlogistique, et afin que l'hydrogène s'en resature en remplacement de l'oxigène avec lequel il s'était engagé.

Le phlogistique modifié en fluide électrique doit, d'après cette théorie, particulièrement affectionner pour son application l'hydrogène et les corps réduits, et pour la pénétration, les corps oxidés. Les premiers corps doivent donc, sous la pile, devenir positivement électrisés, et les derniers, négativement, les uns en conduisant, et les autres en combinant son fluide modifié en phlogistique; et l'un de ces effets doit laisser présence de fluide, et l'autre en occasionner absence ou soustraction.

En appliquant cette théorie à la décomposition de l'eau, le fluide électrique se substitue près de l'hydro-

gène, à l'oxigène, et celui-ci recevant, comme corps isolateur, l'état négatif par excitement dans sa masse, refoule vers le pôle positif, tandis que l'hydrogène comme conducteur, et recevant le fluide sur sa surface, s'avance vers le pôle négatif; et il en est de-même des corps que le fluide ne fait que de plusoxider ou séparer en des élémens dont aucun n'est réduit: l'élément, dont l'hydrogène est par le phlogistique le plus déplacé dans son oxigène, doit recevoir le fluide par application et devenir positif, et celui chez lequel ce déplacement est le plus faible, reçoit le fluide par pénétration et devient négatif; et les deux corps se portent vers les pôles constitués en opposition à leurs états respectifs.

L'oxigène se gazifiant doit toujours être le plus négatif par rapport à sa tendance polaire, et il doit posséder cette propriété dans un sens absolu. C'est que son déplacement gazeux d'avec l'hydrogène exige la plus forte addition de phlogistique; et l'hydrogène, comme les métaux, sont également des négatifs absolus, ces corps ayant leur grand complet de phlogistique. L'oxigène déplaçant faiblement le phlogistique, dans les chaux métalliques qu'on appelle thermoxides, serait moins excité en négatif que dans un oxide, dont l'oxigène se transporte sans être gazifié, parce que ce dernier effet fixerait près de l'hydrogène moins de phlogistique que le second; mais comme la substitution ne devient à-demeure qu'autant que l'oxigène se gazifie, ce n'est que dans les cas de cette gazification que les effets sont absolus.

La pile qui à son pôle positif reçoit seulement un acide, et à son pôle négatif un oxide, et point d'oxigène

au premier, ni d'hydrogène au second, ne fait que déplusoxider les corps ; et elle déplusoxide encore lorsque, recevant à son pôle positif de l'oxigène, elle ne reçoit pas en même temps à son pôle négatif de l'hydrogène ou un métal. Dans ce cas, ce n'est que le phlogistique qu'un corps davantage oxidé avait déplacé en vertu de son excès d'oxigène d'avec l'hydrogène d'un corps moins oxidé, qui est remplacé par l'électricité devenue phlogistique ; mais lorsque la réduction est complète, toute cette électricité est fixée par l'hydrogène, et l'oxigène est totalement séparé ; le premier corps se concentre vers le pôle dont un même état électrique le rend continuateur, et le second vers celui qu'également il continue.

D'après ces vues, tout le fluide fourni par la décharge serait employé à réphlogistiquer l'hydrogène, que celui-ci se gazifie ou qu'il se combine avec la base d'un métal en remplacement de l'eau; et la pile s'épuiserait dans le rapport que la réphlogistication de l'hydrogène a lieu : c'est précisément ce qui arrive.

Les effets qui ont lieu sans déshydrogénation complète de l'oxigène, et sans rephlogistication saturée de l'hydrogène, compliquent l'état de la pile et occasionnent les interruptions qu'on a appelées besoin de se remonter, et qui sont plutôt le besoin de se rédistribuer en uniformité de charge.

Dans l'autre théorie, on considère l'oxigène comme recevant l'état électrique dans sa masse et comme susceptible d'être excité à la manière des isolateurs, et l'hydrogène comme le recevant à sa surface et comme

susceptible d'excitement à la manière des conducteurs. Que deux corps, ayant ces dispositions, soient exposés à l'influence d'un état électrique, il s'établira entre eux une charge, laquelle se maintiendrait quelque temps sans le voisinage des pôles dont les états lui sont de part et d'autre opposés. Dans la théorie régénérée du phlogistique, cette charge n'est point établie, mais il s'opère tout simplement une décomposition chimique, et le corps qui est soustrait dans son hydrogène se porte d'un côté, et celui qui est reconstitué dans le phlogistique se porte de l'autre côté; et les états par excitement et par application qu'ils reçoivent sont postérieurs à la décomposition.

D'après cette théorie, ce qui fournit à la charge de la pile, c'est l'oxigène de l'eau qui, sur le corps de l'appareil, se substitue au phlogistique, près de l'hydrogène du zinc, ou bien ce liquide lui-même déjà sous-phlogistiqué dans son hydrogène, qui, près d'une portion de l'hydrogène du métal, se substitue à l'autre portion, et en déplace du phlogistique, lequel phlogistique se modifie en électricité; et entre les pôles de l'appareil, c'est par la modification contraire que les divers effets de décomposition ont lieu. —

Une pile qui se charge, se partage, par déplacement, en deux états opposés, lesquels se prolongent jusqu'à son cercle, la moitié commencée par le métal oxidé est positive, et celle terminée par le métal réduit est négative; et les fils qui communiquent avec ces métaux, comme les corps qui sont en rapport avec ces fils et qu'on peut en considérer comme les continuateurs, participent à leurs états.

Ceci explique pourquoi une pile montre moins d'énergie lorsque de sa circulation on exclut deux élémens d'un seul côté, que si l'on excluait un seul élément des deux côtés. L'effet est moindre dans un rapport,

comme si quatre élémens étaient exclus des deux cotés, parce que les quatre élémens opposés à ceux exclus isolent leur activité et ne concourent plus à la charge fortifiée générale. Cet effet diminue successivement jusqu'à ce que n'embrassant plus dans le cercle que la moitié de l'appareil, il vient totalement à cesser.

On peut toutefois restituer la première activité à chacune des sections détachées de l'appareil en les formant en cercle à part ; mais il faut quelques instans avant que les nouvelles sections puissent se remonter ou distribuer de-nouveau leur charge en poles. On remarque dans cette distribution, que la section ayant formé le pole positif est plus énergique pour désoxider, et que l'autre section est plus énergique pour donner le choc ; ce qui confirme pleinement leur partage en poles. Il arrive dans ce cas que la fixation cesse, et que de deux poles on n'en fait qu'un.

Que ce partage en poles se prolonge de l'appareil aux substances conductrices qui ferment le cercle, résulte des effets de décomposition immédiate que l'appareil produit, ainsi que du développement de la chaleur, plus grand au point où deux prolongemens se rencontrent que sur les surfaces propres de l'appareil, ou a des sections intermédiaires ; lesquels effets ont tous lieu au point de transition entre les continuateurs quelconques des poles.

La décomposition immédiate d'entre-poles, laquelle s'opère sur l'eau, sur l'oxide muriatique et sur tous les corps, qu'avec Brugnatelli nous avons nommés thermoxigènes, doit être distinguée de la décomposition que l'appareil opère à ses surfaces ou aux extrémités, et sur le corps de ses continuateurs métalliques, laquelle est secondaire et s'effectue par l'un des produits de sa décomposition primitive, qui est l'hydrogène de l'eau.

On sait que, quel que soit le nombre des vases contenant de l'eau, par lesquels on conduit la charge d'une pile, c'est toujours dans le vase central que la décomposition de ce liquide a lieu ; mais ce n'est qu'aux surfaces de la prolongation métallique et là où les états qui sont échangés s'appliquent que le dégagement des gaz, élémens de l'eau, a lieu. L'état électrique échangé conduit ces élémens à travers un corps exerçant ou n'exerçant pas sur eux de l'affinité, et il ne les abandonne qu'au point où il est lui-même repris en application par le pole

ou par un métal qui le continue. Une partie du fluide qui éclate de la section positive se combine intimément avec l'oxigène de l'eau dont il déplace l'hydrogène, et l'autre partie s'applique sur ce principe. La part de la charge qui s'engage avec l'oxigène doit exciter dans ce corps un état négatif, et celle qui se joint à l'hydrogène doit le rendre positif; ce qui fait que les effets deviennent l'opposé des causes, et que les surfaces positives, qui d'abord réduisaient, oxident, et que celles négatives, qui oxidaient, réduisent, ou qu'il s'opère des effets contraires au genre d'activité propre et immédiate des poles en rapport avec ces surfaces; mais ces effets sont, comme je l'ai déjà dit, secondaires, ceux primitifs ayant été conformes au genre de leur activité particulière, le positif, comme fluide condensé, étant essentiellement désoxidant, et le négatif, comme fluide dilaté, favorisant l'oxidation. Le premier état cherche à céder de la matière électrique, le second à en enlever.

Le négatif, qui est une diminution de fluide, ne peut, par lui-même, réduire, parce qu'il constitue un défaut d'action, et que dans la presque totalité des cas, du calorique est à ajouter et non à soustraire pour cette opération; mais l'effet des réductions, autres que celle de l'eau, est toujours secondaire, et se produit au pole négatif par l'hydrogène de l'eau qui, au pole positif et par le fluide positif, est d'avance décomposée.

C'est parce que le fluide électrique est en défaut dans l'état déplacé qui ramène l'oxigène au pole positif, que des corps, qui n'ont d'ailleurs avec ce principe aucune affinité de sursaturation, s'en surchargent en substitution du calorique que le pole privé s'efforce de lui enlever. C'est ainsi que, d'après les expériences de Ritter, l'oxigène peu déplacé dans son calorique, mais assez pour son adhérence, forme avec l'oxide d'argent des plusoxidations capables de se cristalliser, tandis qu'à l'autre pole l'hydrogène dépose le fluide dont il n'a que faire, étant à son égard une force antagoniste, et s'unit à un corps réduit hydrogénable, que l'acidificabilité dispose à cette opération, et dans lequel la réaction momentanée du fluide éveille la tendance à l'engagement.

C'est ainsi que se forment les hydrogènes de tellure et d'arsenic, par un acheminement de ces corps vers la constitution de combustible aci-

difiable. La nature élude ici, comme par les caractères anomales de l'azote, toutes nos vues spéculatives sur la classification des corps d'après des propriétés non partagées; et la qualité de combustible acidifiable que l'arsenic prend sous la pile semble transférer ce métal parmi les acides secs hydrogénés, et le tellure parmi les métaux susceptibles d'acidification. On sait que par leur hydrogénation, ces deux métaux changent leur qualité positive en qualité négative, et qu'en se surhydrogénant ils prennent les divers caractères acides du gaz hydrogène sulfuré; ce que, d'après l'auteur du texte, semble aussi faire l'ammoniaque surhydrogénée C'est, dans ce cas, l'hydrogène de plusoxidation qui, en plusoxidant l'hydrogène de solution, met l'acide sec à nu. Il est probable que l'eau déplace d'avec le tellure et d'avec l'arsenic de l'hydrogène sans amoviblement le séparer. Les autres métaux acidifiables se trouvent sans doute dans le même cas, et deviennent de la cathégorie des acides secs hydrogénés par de l'hydrogène de plusoxidabilité, et alors négatifs à raison de la possible substitution à-demeure de l'hydrogène de cette qualité. C'est à cause de cette nature de l'hydrogène des combustibles acidifiables que ces corps sont négatifs vis-à-vis du plus grand nombre des oxides métalliques, auxquels l'inamovibilité de leur hydrogène conserve le caractère positif, quoique ce principe y soit beaucoup plus saturé d'oxigène.

Cette circonstance démontre encore merveilleusement la transition continuelle du calorique de l'une de ses modifications à l'autre, suivant que les changemens chimiques subsistans, ou le besoin de saturation de l'oxigène par du calorique à défaut d'hydrogène et la nature de ce besoin, sont dans le cas de l'y déterminer.

J'ai supposé que, sous la pile, l'acide muriatique se décompose par l'enlèvement de son oxigène accompagné de l'acide sec. Je fonde cette supposition sur ce que, dans ce corps comme dans les acides en général, l'oxigène de l'eau se trouve à-peu-près proportionné comme dans ce liquide libre, et sur ce qu'elle y est d'hydratation et non d'oxidation; ce qui fait douter si la déshydratation de ce corps est bien dans le cas d'exiger un deplacement de l'eau par de l'oxigène, pour l'acide muriatique, et pour les autres acides, par de l'hydrogène, et il est bien certain que le gaz muriatique simple se laisserait déplacer dans son hydrogène, par le fluide de la pile, si la faible distance d'explosion permettait davantage de le lui appliquer.

On peut toutefois penser que, dans le gaz dissout, l'acide est substitué, dans son eau d'hydratation, par l'oxigène sousgazeux, que la pile sépare d'avec son eau de solution. L'acide muriatique oxigéné est un acide ordinaire revivifié dans l'oxigène de son eau de plusoxidation, comme le soufre, l'azote, etc., le sont dans l'hydrogène de cette même eau.

On doit concevoir que, pendant la clôture de la pile, le corps qui prolonge le pole négatif devient positif, et que celui qui prolonge le pole positif devient négatif, et que l'appareil se trouve partagé en quatre poles qui mutuellement s'alternent et se partagent en zones épaisses de demi - conducteurs. A l'ouverture hors de distance de décharge, les états refoulent vers l'appareil, et les corps de prolongement deviennent sans charge ; c'est ce qui produit la seconde commotion, le remplacement mutuel des goûts acide et alcalin, et les autres effets de répétition.

Il serait difficile de croire que, pendant la clôture de la pile, toute charge s'éteignisse ou que le pole positif se confondisse avec celui négatif; et si l'appareil entre alors en repos, on doit plutôt l'attribuer à ce que les poles opposés se fixent mutuellement qu'à extinction de la charge. Dans la supposition contraire, le procédé sur son corps, comme l'activité entre ses poles, devraient s'éteindre par la clôture du cercle, ce qui, comme on sait, est très-loin d'arriver.

Ritter attribue la continuation d'activité de la pile close à l'équilibre qu'il suppose se rompre en vertu d'un changement par le procédé chimique ; mais cette activité est la même sur tout le corps de l'appareil, et, dans un grand nombre de cas, elle est l'effet, et non la cause de la charge ; car, pour citer un exemple vulgaire, on remarque qu'une cuillière, supposons d'étain, qu'on laisse dans un vase du même métal, au fond duquel se trouve un liquide salin, reste sans produire aucun effet ; mais remplacez la cuillière d'étain par une d'argent, et presque aussitôt le point en contact sera, dans un long rayon, couvert d'une tache d'oxide ; de-même si, par des fils de cuivre ou de fer, on attache aux arbres des étiquettes de plomb, il s'établira une chaîne galvanique simple que l'air humide clora, et en vertu de laquelle le fer pénétré d'hydrogène deviendra cassant, et le plomb se couvrira d'oxide ; et si le fil est

de cuivre ce sera ce métal qui s'oxidera, et le plomb restera intact. Avec du fil de plomb, rien de semblable n'aura lieu.

Je suis cependant loin de vouloir refuser à l'activité continuée de la pile la cause que Ritter lui assigne ; je suis au contraire très-persuadé que sans le fluide qui se distrait, tant pour gazifier l'oxigène dans la décomposition de l'eau que pour compléter de calorique l'oxigène des oxides à réduire, l'activité, qui sur le corps de l'appareil développe le fluide, cesserait avec celle qui, entre ses pôles, le combine ; car ces deux effets doivent marcher de pair dans un travail voltaïque, et le second effet doit principalement déterminer le premier. Les piles qu'on fait circuler par de larges conducteurs métalliques conservent leur charge presqu'aussi long-temps que si elles étaient sans circulation, et des appareils montés avec des métaux thermoxigènes et de l'acide muriatique, qui n'oxide point par son oxigène, mais seulement en déplaçant, par son eau, l'hydrogène du métal, sont absolument sans action. Cependant, placez entre les pôles d'une telle pile un mélange refroidissant, vous obtiendrez sur une grenouille, introduite dans le cercle, quelques légères contractions. Le calorique qui entre les poles s'engage avec la glace pour dissoudre le sel ou l'acide du mélange refroidissant détermine sur le corps de l'appareil un travail dont l'un des effets est de rendre le métal le moins oxigène sensiblement plus cassant.

Il se développe sur le corps de la pile une quantité de fluide proportionnée à ce que l'appareil en consume entre ses poles. L'électromètre et la commotion n'opèrent qu'un transport de la charge existante, et la circulation la fortifie ; mais la décomposition de l'eau, laquelle soustrait du fluide, détermine à l'instant, sur le métal oxidable, un déplacement d'hydrogène par ce liquide ; et la réduction d'un bas oxigène, tels que le sont les oxides de potassion, de manganèse, etc., exige que l'oxigène d'un acide sous-acidifiable ou sousoxigéné en oxide dépose son calorique pour fournir à la charge. Les acides sulfurique et nitrique agissent ainsi dans les réductions, et les sels qu'ils produisent avec le métal oxidé sont d'abord des sulfites et des nitrites. L'oxigène séparé reprend le calorique que celui demeurant dépose en se surhydrogénant, et il le dépose à son tour conjointement avec la portion du sien

propre qui est en excès pour la nature oxigène du métal; et ces deux calorique sont utilisés pour la charge.

C'est à raison de la plus grande quantité de calorique qu'un métal très-oxigène, et tel que l'est le zinc, déplace, tant d'avec l'eau que d'avec l'oxigène de l'acide, que les piles construites avec ces sortes de métaux, sont aussi actives; et il n'est pas douteux qu'un appareil monté avec des alliages de potassiou ou de sodion ne développe une énergie extraordinaire. On peut se procurer d'avance des données sur le pouvoir que dans la monture d'une pile un métal doit développer, en mesurant comparativement la chaleur qui, par sa dissolution à froid dans l'acide nitrique, se développe sur le thermomètre. L'acide muriatique, dont l'hydrogène, en se retirant, ne déplace aucun calorique, puisqu'il ne reste point avec de l'oxigène sur lequel il puisse produire cet effet, ne fournit du fluide à la pile que dans le rapport juste de l'eau qui se fixe.

Les déplusoxidations simples ou sans décomposition d'eau, et les désunions des sels en leurs élémens prochains, se nourrissent de l'effet opposé, ou de plusoxidations et de salifications sur le corps de l'appareil, après que son métal est oxidé. Cette coïncidence des effets entre polaires, avec ceux opposés sur le corps de la pile, est très-curieuse pour la théorie de cette branche de la chimico-physique.

L'accroissement d'énergie qui résulte de la plus grande opposition en qualité oxidable, entre les métaux de la monture, doit avoir des rapports d'accumulation en raison de la moindre hydrogénation du métal, laquelle est en correspondance avec sa moindre activité sous-caloriquante sur l'oxigène. On voit sur le corps comme entre les poles, la substance la plus hydrogénée, accumuler le fluide, et la moins hydrogénée, s'y unir ou en souffrir le déplacement. Une faible différence d'hydrogénation, ou la double opposition d'un corps qui peut admettre l'électricité dans sa masse, avec un autre qui ne le reçoit qu'à sa surface, suffit pour l'excitement d'un état électrique; mais la charge, quelque intense qu'elle soit, est unique et seulement circulante, ou ne peut être distraite pour produire des effets chimiques, à cause que cette distrac-

tion mettrait l'ensemble de l'appareil dans un rapport négatif avec le sol, lequel refuserait même de le remonter. Il peut résulter entre de pareils corps un changement de rapport, quant au fluide appliqué, mais jamais une charge qui fournisse à une fixation chimique de fluide. Les très-belles expériences de M. Libes, sur la soie, nous ont fait connaître, sous ce rapport, les combinaisons les plus curieuses.

Les divers effets, tant d'excitement sur le corps que de décomposition et de recomposition entre les poles, se mettent à-la-fois au jour dans une chaine chimique simple, et particulièrement dans celle qu'on forme de deux portions du même métal, dont l'une est combinée en sel et l'autre réduite. Une telle chaîne nous est offerte dans le zinc métal avec la solution de son muriate, que l'on couvre d'une couche d'eau simple. L'eau, aidée de l'état électrique, deplace, d'avec le zinc métal, de l'hydrogène, et dépose du calorique que ce principe prend en application et laisse ainsi se tendre en modification électrique; et l'hydrogène chargé se transporte sur l'oxigène de l'oxide dissout, le calorique par son fluide, au degré de l'eau, et se substituant lui-même à ce liquide, le réduit. L'acide séparé, par suite de cette réduction, se porte sur le nouvel oxide et s'y combine en sel; et cet effet se répète aussi long-temps qu'il reste du métal à oxider et d'autre à réduire.

Dans une chaine simple pas plus que dans celle composée de Sylvester, le fluide ne peut être supposé lui-même décomposer l'eau, et les autres effets ne peuvent être supposés provenir des élémens de ce liquide, dont celui oxigène se transporterait sur le métal réduit, et l'autre hydrogène, conjointement avec sa part de fluide, sur le métal oxidé, à cause que la formation du fluide est postérieure au déplacement de l'hydrogène et à la combinaison de l'eau, et que son effet de calorication sur l'eau d'oxidation est simultané avec celui du déplacement de ce liquide et de la réduction.

24. Cet appareil, qui démontre d'une manière si distincte les rapports entre les polarités électriques et les attractions chimiques, est la grande invention de Volta, qui fut connue l'an premier de ce siècle. Les effets

électriques de cet appareil sont depuis long-temps connus, mais les phénomènes de son action dans la décomposition des corps sont d'une découverte plus récente.

On a adopté plusieurs modes de construire cet appareil, dont quelques-uns sont supérieurs pour l'usage à celui qui vient d'être décrit.

Un de ces modes consiste à souder ensemble des plaques de cuivre et de zinc, et à les cimenter dans des caisses de bois séché au four et couvert de ciment ; on les distribue dans un ordre tel qu'il en résulte des célules que l'on peut remplir du meustrue liquide ; chaque surface de zinc doit se trouver opposée à une surface de cuivre. Cette combinaison est très-simple et très-commode dans ses emplois.

Une autre forme est d'attacher ensemble des plaques de zinc et de cuivre, à l'aide d'une bande de ce dernier métal, et de les introduire dans un bac de porcelaine, ayant un nombre de célules correspondant à celui des séries. On peut faire entrer séparement chaque série dans les célules et les en enlever, sans qu'il soit nécessaire de changer le liquide. On peut aussi les fixer à une pièce de bois séché, et, lorsque le nombre n'est pas trop grand, les introduire ensemble dans les célules et de-même les en enlever. (Planche 3, fig. 17).

25. Des constructions électriques polaires semblables à celles de zinc et de cuivre peuvent être formées en alternant, de diverses manières, des substances con-

ductrices et sémi-conductrices ; mais pour accumuler le pouvoir, les séries doivent être composées de trois substances ou davantage, dont l'une au moins doit être un conducteur. De l'argent ou du cuivre qu'à un bout on met en contact avec la solution d'un composé de soufre et de potasse, et à l'autre bout avec de l'eau ou de l'acide nitrique dilué, une solution saline se trouvant entre le sulfure et l'acide, forme un élément énergique, lequel étant réuni au nombre de quinze, donnerait la commotion. L'ordre de leur arrangement doit être comme suit : cuivre, morceau de draps de la même grandeur et imprégné d'acide nitrique dilué, draps imprégné de solution de sel commun, et même substance imprégnée de solution du composé de soufre, cuivre et ainsi de suite. Les solutions seront reparties dans l'ordre de leurs pésanteurs spécifiques, afin d'éviter que l'acide ne se mêle avec le sulfure, c'est-à dire, que la solution la plus pésante sera placée le plus bas.

Les tables ci-après donnent quelques séries de combinaisons voltaïques qui sont distribuées dans l'ordre de leurs pouvoirs ; la substance la plus active étant nommée la première dans chaque colonne.

Table de quelques arrangemens électriques, lesquels, par leur réunion, forment des batteries voltaïques composées de deux bons conducteurs et d'un conducteur imparfait.

ZINC.	Chacun de ces corps forme le pôle positif envers tous les métaux qui, dans la colonne, sont au-dessous de lui; et le pôle négatif envers les métaux qui sont au-dessus de lui.	Solution d'acide nitrique.
FER.		—— muriatique.
ÉTAIN. . . .		—— de sel ammoniaque.
PLOMB. . . .		—— de nitre.
CUIVRE. . . .		—— d'autres sels neutres.
ARGENT. . .		
OR.		
PLATINE. . .		
CHARBON. .		

Table de quelques arrangemens électriques composés d'un bon conducteur et de deux conducteurs imparfaits.

Solution de soufre et de potasse.	CUIVRE. . . .	Acide nitrique.
—— de potasse.	ARGENT. . . .	— sulfurique.
—— de soude.	PLOMB. . . .	— muriatique.
	ÉTAIN. . . .	Des solutions contenant un acide.
	ZINC.	
	AUTRES MÉTAUX.	
	CHARBON. . .	

Les métaux qui ont la plus forte attraction pour l'oxigène sont ceux qui, dans toutes les circonstances où le menstrue liquide agit chimiquement en fournissant de l'oxigène, forment le pôle positif; mais lorsque le menstrue liquide transmet du soufre aux métaux, celui de ces corps qui, dans les circonstances où il se trouve, attire le plus fortement ce combustible, détermine le pôle positif; c'est ainsi que dans une série de cuivre et de fer, insérée dans une auge de porcelaine dont les célules sont remplies d'eau ou d'acides dilués, le fer est positif et le cuivre négatif; mais lorsque les célules sont remplies de solution de soufre et de potasse, le cuivre est positif et le fer négatif.

Dans toutes les combinaisons où un seul métal est admis, la surface opposée à l'acide est négative, et celle opposée à la solution d'alcali et de soufre, ou d'alcali seul, est positive.

C'est toujours le métal ou la substance qui contractent un engagement où il se déplace du calorique qui sont positif; et l'autre métal ou la substance contigue sont négatif en raison de la polarité qui s'établit. Le métal qui s'oxide ou qui se combine avec le soufre ne détermine pas seulement le transport de son fluide de la surface où il éprouve de l'action vers l'autre qui reste intacte, mais il accumule sur cette surface tout le calorique que la combinaison chimique dégage et qui se convertit en fluide électrique, la capacité d'excitement de la substance sur laquelle il n'est point réagi étant double de celle qui éprouve la réaction. Dans les combinaisons avec un seul métal, la face en contact avec l'acide, laquelle s'oxide, devient déjà, par ce seul effet, négative, tandis que l'autre face, restant réduite, et qui se trouve en rapport avec un corps moins oxigéné, et par conséquent davantage hydrogéné, devient positive. Les effets sont les mêmes

entre les poles de l'appareil, avec la différence que le négatif est excité par la fixation du fluide, et le positif par sa conduction.

Dans les attouchemens simples, ou dans les réactions physiques, les corps les plus hydrogénés sont toujours positifs, et ceux les moins hydrogénés négatifs. Je parle de corps réduits ou métaux; le zinc devient positif par son contact avec le mercure, mais lorsqu'il est amalgamé avec ce métal, son état électrique cesse, à cause du calorique que le ramolissement engage. Le fer, qui n'est pas ramoli par le mercure, conserve l'état électrique qu'il en a reçu, et ce métal se combinant avec le soufre fait disparaître celui que l'attouchement entre ces deux corps avait excité, non parce qu'il se fixe du calorique, puisque le contraire arrive en raison de l'hydrogène du métal dont l'acide sec du soufre se surcombine, mais à cause du défaut de surface intacte qui puisse accumuler le fluide par l'absence d'un corps propre à le fixer par atmosphère induite et appliquée.

Les métaux acidifiables sont négatifs par rapport à ceux qui ne sont qu'oxidables; ce qui dénoterait que leur contenu en hydrogène est moindre que dans ces derniers; ils sont cependant positifs vis-à-vis des combustibles acidifiables, tant à cause du contenu en oxigène de ces corps que de la qualité de leur hydrogène qui est d'adjonction. Les métaux thermoxigènes sont positifs envers ceux oxigènes. C'est toujours l'hydrogénation qui détermine la relativité dans le transport. Lorsqu'une pile opère sur des corps réduits unis, la séparation est l'effet de la polarité qui s'établit, et la charge reste sans se fortifier comme sans s'affaiblir. Suivant les dernières expériences de Ritter, une réduction de potasse qu'on opère avec le concours du mercure, lorsqu'on rompt une seule fois le cercle, se résout peu-à-peu en potassion qui se porte vers le négatif, et en mercure qui est attiré par le positif. Ce sont des prolongemens d'états opposés qui se contractent pour se concentrer sur les métaux propres et respectifs de l'appareil. Il serait bien heureux qu'on pût, de cette manière, séparer l'ammoniacon de son amalgame avec le mercure, l'obtenant vers le négatif avec l'hydrogène de son eau d'oxidation, et le mercure avec l'oxigène de cette eau vers le positif. Un alliage d'ammoniacon et d'argent

gent

gent serait encore plus propre à obtenir cette séparation, ce métal, comme moins hydrogéné, manifestant davantage le caractère négatif.

26. L'énergie d'une combinaison galvanique, destinée à communiquer la force répulsive ou attractive, ou à faire diverger l'électromètre, semble s'accroître avec le nombre des séries, comme s'accroit de même la faculté de donner la commotion et de décomposer les corps; mais aussi long-temps que la surface des feuilles d'or de l'électromètre, celle du corps de l'expérimentateur ou de l'eau, sur lesquels on agit, reste la même, et qu'elle est moindre que celle des plaques en activité, l'accroissement de la surface des plaques ne détermine point une augmentation d'effet. Cependant le cas est différent lorsqu'on opère sur des métaux, sur du charbon ou sur de bons conducteurs imparfaits. Ainsi, malgré qu'une batterie construite en plaques de cuivre et zinc, d'un pied quarré, n'affecte pas davantage l'électromètre de condensation, ni ne décompose pas mieux l'eau, et ne donne point de commotion plus vive aux doigts, qu'une autre batterie du même nombre de plaques, mais qui n'aient qu'un pouce carré; cependant la première batterie fera rougir au-delà de 100 fois plus de fil mince de platine, et décomposera l'acide sulfurique et l'eau des solutions salines concentrées avec infiniment plus de rapidité. C'est ce que M. Cavendish a énoncé, en disant que, dans les deux cas, l'intensité est la même, mais que la quantité est en quelque raison comme la surface. La quantité dans les plaques étroites égale ou surpasse ce que des conducteurs aussi imparfaits que l'eau et le corps humain, peuvent en conduire sur une petite surface, tandis que de meilleurs conducteurs peuvent transmettre toute la quantité

d'électricité fournie par de larges plaques, en la faisant même passer par des bandes ou des fils très-minces de métal. La justesse de ces vues peut être démontrée par une expérience très-simple. Faites plonger dans de l'eau deux fils de platine partant des deux extrémités d'une batterie à plaques d'un pied quarré : la quantité de gaz dégagé sera à-peu-près la même que par un égal nombre de plaques n'ayant qu'un pouce quarré ; touchez ensuite les deux extrémités de l'appareil avec un doigt de chaque main qu'on aura mouillé d'eau ; on éprouvera une commotion qui sera à-peu-près aussi forte que si les fils ne s'étaient point trouvés en communication par l'intermède de l'eau. Pendant que le cercle reste établi à travers le corps et par le moyen de l'eau, mettez un fil de métal, portant au bout une bande mince de charbon, en rapport avec les deux pôles de l'appareil ; le charbon rougira vivement. L'eau et le corps animal déchargent l'électricité d'une surface qui probablement n'est pas supérieure à la partie de leur surface propre qui touche aux métaux ; les fils déchargent toute l'électricité restante des plaques ; et en faisant une expérience semblable avec des plaques d'un pouce quarré, on éprouvera à peine quelque sensation en touchant avec les deux mains aux extrémités de la batterie, tandis que le circuit est préalablement établi à travers l'eau ; et l'on n'obtiendra point d'étincelle par la communication à l'aide du charbon, dans le temps que des conducteurs imparfaits seront déjà interposés aux pôles de la batterie.

La première expérience distincte sur le pouvoir d'ignition des larges plaques a été faite par MM. Fourcroy, Vauquelin et Thénard ; mais la plus grande construc-

tion, ayant également pour objet de démontrer les effets des larges surfaces], a été exécutée par M. Childeren. Son appareil est composé de vingt doubles plaques, ayant chacune quatre pieds de longueur sur deux pieds de largeur, lesquelles sont insérées dans un bac de bois, et distribuées en célules couvertes de ciment et dont la surface entière est soumise à l'action d'acides dilués. Cette batterie, pendant sa pleine activité, ne produisit pas plus d'effet pour décomposer l'eau ou pour donner la commotion, qu'une autre batterie composée d'un égal nombre de plaques étroites; mais lorsqu'on établit le cercle à l'aide de fils de métal, les phénomènes furent d'une nature extrêmement brillante. Un fil de platine, ayant un trentième de pouce d'épaisseur et dix-huit pouces de longueur, étant placé dans le cercle entre des tiges de cuivre, devint à l'instant rouge, puis rouge-blanc; et la vivacité de la lumière fut bientôt insupportable à l'œil, et en peu de secondes le métal fut fondu et coula en globules. Les autres métaux furent aisément fondus par cet appareil ou se dispersèrent réduits en poussière. Des pointes de charbon mises en ignition par le même pouvoir répandirent une lumière tellement vive que la clarté du disque même du soleil fût trouvée faible à côté d'elle.

M. Childeren fait construire en ce moment une autre batterie dont les plaques auront le double de dimension de celle que je viens de décrire. Les paires ou doubles plaques formeront autant d'auges séparées, que l'on fera communiquer dans un ordre régulier à l'aide de lames de plomb.

Les piles à larges plaques ont le fluide moins tendu ou plus rapproché de la modification de la chaleur; celles à plaques étroi-

tes l'ont tendu à un degré plus voisin du fluide développé par le frottement ; c'est pourquoi, à surfaces égales, ce dernier décompose plus efficacement l'eau, dont l'oxigène demande du calorique très-tendu, donne des commotions plus violentes et agit avec plus de force pour l'excitement d'une atmosphère opposée. Au contraire, le fluide développé par une pile large et courte échauffe mieux un corps, déplace plus efficacement de l'eau de plusoxidation d'avec un hydrate, et ensuite aussi l'oxigène de ce liquide d'avec l'hydrogène.

Dans le peu d'expériences que j'ai faites avec des piles à grandes dimensions, j'ai cru remarquer une activité plus grande pour décomposer dans un corps l'eau de plusoxidation que la pile à petites dimensions ne décompose que difficilement, sans doute à cause qu'elle ne peut fournir en même-temps le calorique sous-tendu pour déplacer l'eau, et le fluide tendu pour gazifier ses principes.

Les piles à larges plaques paraissent développer et accumuler à-la-fois de l'électricité et de la chaleur, ou un fluide sous-tendu, lequel peut se partager, suivant le besoin et les circonstances, dans les deux modifications précédentes, et dans l'une et l'autre en même-temps ; une telle pile n'excitera pas de violentes secousses et ne fera pas fortement diverger l'électromètre, tandis qu'elle décomposera efficacement l'eau, parce que chacune de ces trois opérations exige un fluide fortement tendu. On dirait que la charge véritablement électrique de la pile est en raison de l'extension de ses pôles en longueur.

Le fluide des longues piles doit plus facilement traverser des solutions salines et des acides dilués ou dissous que de l'eau pure, parce que ces liquides devant d'abord être réduits à leur état de plusoxidation, et ensuite être déplusoxidés, il ne rencontre pas à exercer le genre d'activité qui est dans sa nature ; et que pour les dissoudre, il aurait du calorique à enlever en place d'en avoir à ajouter ; le fluide glisse donc plus facilement sur une pareille eau, tandis que sur de l'eau pure il s'arrête pour la décomposer.

Les trois opérations simultanées que l'auteur indique à faire sur la pile à larges plaques sont donc une véritable analyse, une

sorte de débrouillement de ses divers pouvoirs dans ce genre de construction. Elles épuisent la pile de ses trois calorиques en les engageant dans les activités qui leur sont individuellement propres. On peut en synthèse réunir ces divers fluides et leur donner plus de tension, en les faisant circuler sur une surface, bonne conductrice, qui, sans être assez étroite pour qu'il se détache, ne l'est pas trop peu pour l'obliger à la concentration.

Sur le corps de la pile, l'excitement est plus actif et le transferement plus prompt, lorsque les corps d'interposition sont imprégnés de saumure que lorsqu'ils le sont d'eau; cela dépend de ce que l'eau de solution, en se séparant, dépose du calorique, et de plus, de ce que le sel, en se décomposant, dispose le métal a être plus promptement oxidé.

A nombre égal d'élémens, la pile à larges plaques a la même quantité de fluide tendu que celle à plaques étroites; elle a, en outre, une quantité de fluide moins tendu, et une troisième quantité qui est presque chaleur.

C'est pourquoi elle peut en même-temps produire les trois effets; de donner la commotion, de faire diverger l'électromètre et de décomposer l'eau, comme de faire fondre et d'enflammer les corps; mais on doit pouvoir séparer ces trois tensions en les déchargeant par des surfaces de dimensions différentes, proportionnées à l'énergie de la charge et appropriées à chaque effet.

L'ignition exige la surface la plus étroite et la réunion des trois fluides; la fusion ne demande que de la chaleur et s'accommode, par conséquent, de tout corps à l'aide duquel celle-ci est facilement conduite; la décomposition de l'eau exige du fluide d'une tension presque électrique, et doit, lorsque la charge est forte, le recevoir par une surface plutôt étroite que large; et la secousse, comme l'action sur l'électromètre, demandent la tension électrique, et le fluide doit être transmis par une surface, d'abord étroite, et ensuite plus large, telle qu'un cylindre de métal garni d'une tige à l'un de ses bouts, à l'aide de laquelle on touche au pole positif; on peut, de cette manière, obtenir de la pile à larges plaques des secousses plus violentes que d'une autre, du même nombre d'élémens, mais à plaques étroites.

Lorsque je dis que pour la décomposition de l'eau le fluide doit être légérement sous-tendu, je me fonde sur la circonstance que j'ai fait connaitre, que, lorsque par une pile active on procède pour décomposer l'eau, l'humectation très-légère et telle que la donnerait la perspiration condensée de la main, du fil positif, active sensiblement cet effet ; ce qui ne peut se faire qu'en ralentissant le transport, la voie conductrice étant moins bonne, et souscomposant ainsi le fluide dans son ressort, ou peut-être aussi en séparant la chaleur spécifiquement tendue d'avec l'électricité, laquelle chaleur est retenue pour le déplacement de l'eau de plusoxidation d'avec le sel ; et ce qui semble devoir confirmer ceci, c'est que cette même circonstance diminue l'activité de la décomposition de l'eau salée et de celle acidule, et que l'humectation du fil par de l'eau pure favorise cette dernière décomposition, tandis qu'elle contrarie celle de cette eau. L'une opération semble s'accommoder d'un fluide dont on a séparé de la chaleur, et l'autre d'un fluide auquel on en a ajouté, et dont on a séparé de l'électricité. Je dois avertir, pour ceux qui n'ont pas répété ces expériences, que le fil de conduite doit être de cuivre, et qu'il est bon que ce soit une chaîne de machine électrique.

Les piles à larges plaques agissent plus efficacement pour décomposer l'eau salée ou acidule que le même liquide pur, à cause que, dans le premier cas, il y a à produire deux effets pour lesquels ces piles possèdent les instrumens propres, savoir le déplacement de l'eau d'avec le sel ou l'acide, lequel exige du calorique spécifique, et la décomposition de l'eau qui ne peut être opérée que par du calorique électrique.

On voit, d'après tout ceci, que la nature du fluide qu'on décharge d'une pile varie suivant qu'il est reçu et transmis par des surfaces plus ou moins larges et plus ou moins bonnes conductrices, sur lesquelles il puisse se soustendre en chaleur, se surtendre en lumière ou se retendre en électricité.

La charge d'un appareil ne pourra donc être reconnue dans sa véritable nature qu'en la faisant circuler par des surfaces de la même dimension et capacité conductrice que celles d'où elle éclate ; et le fluide que l'on transmet par des mauvais conducteurs de la

chaleur, tels que le sont des fils de platine et de fer, deviendra plus propre à déplacer un plusoxidant et à produire les autres effets du fluide sousteudu.

Si, dans son nouvel appareil, M. Childeren ne fait point communiquer les auges isolées par des bandes de plomb de la même largeur que les plaques, il aura déjà changé la nature du fluide et ne pourra plus l'étudier.

L'exigence, pour la plus grande activité tant sur corps qu'entre poles, est que les sels ou les acides qui la produisent ou sur lesquels elle est produite soient dissous; la déplusoxidation immédiate ou qui n'aurait pas été préalablement opérée par de l'eau hydrogénée, demanderait plus de calorique spécifique que la pile ne pourrait en fournir entre ses poles; et sur son corps, elle fixerait, au détriment de la charge, une partie de celui que déplacerait l'oxidation, laquelle aurait alors beaucoup de peine à être effectuée par de l'eau que des fonctions plusoxidantes engagent. Dans la solution, l'eau et les corps sont libres d'engagement, et peuvent, avec une égale facilité, être décomposés.

La plusoxidation doit toujours précéder la solution, et les deux effets ne peuvent jamais être concommittans. Présentez à un corps soluble assez d'eau pour être plusoxidé et dissout en même-temps, il ne sera ni l'un ni l'autre, ou le sera incomplétement. De la chaux que l'on noie dans beaucoup d'eau est mal éteinte; des plantes sur lesquelles on verse à-la-fois beaucoup de ce liquide ne sont pas bien extraites, mais pourront l'être ultérieurement en les traitant de-nouveau par peu d'eau. La viande qu'on aura pétrie dans une petite quantité d'eau avant de la soumettre à l'ébullition donnera un bouillon incomparablement plus fort; et l'eau échauffée est infiniment moins propre à opérer la plusoxidation que celle froide, à cause que dans cette opération il doit se déposer et non s'engager du calorique; mais la solution du corps plusoxidé exige la chaleur. L'ébullition de la viande et des légumes, dans de l'eau préalablement échauffée et mise en grande quantité, leur conserve les portions extractives que l'eau froide et en petite quantité leur aurait enlevées.

Répétons le principe par un passage du *Bucholz*, à cause de son importance dans la théorie.

— Un corps ne saurait être dissout dans l'eau sans être préalablement plusoxidé par le même liquide; et lors même qu'une plusoxidation est faite par uu autre corps, tels qu'un acide, etc., il faut qu'elle soit répétée par l'eau avant que la solution, dans ce liquide, puisse avoir lieu. Les sels, dans lesquels les bases sont plusoxidées par des acides, se plusoxident en outre par de l'eau avant de se dissoudre dans ce liquide.

Le corps qui plusoxide, que ce soit de l'oxigène, de l'eau, un acide ou un autre corps, dépose du calorique, parce que c'est en vertu de l'hydrogène sous-saturé du corps plusoxidé, lequel se combine avec l'oxigène sous-saturé du corps plusoxidant, que la plusoxidation s'effectue. On se rappelera que l'oxigène seul ne peut se trouver sans saturation, soit par de l'hydrogène, soit par du calorique; que le calorique non-engagé par de l'oxigène retourne vers le soleil, et que l'hydrogèue seul n'éprouve pas le besoin de l'indispensable combiuaison, ou que ce principe peut exister sans être retenu par de l'oxigèue ou sans être saturé.

Les corps qui dissolvent fixent du calorique, parce que la solution a lieu par de l'eau hydrogénée qui enlève de l'eau oxigénée ou de plusoxidation au corps plusoxidé; or, l'hydrogénation de l'eau est l'effet du calorique qui se substitue à l'hydrogène près de l'oxigène de ce liquide. Le corps primitivement plusoxidé est expulsé par l'eau à hydrogène sous-saturé, laquelle prend la place de ce corps près de l'eau à sous-satu-

ration par du calorique. Il résulte de-là que le corps rendu plus libre de combinaison devient plus actif à se combiner de nouveau ; ce qui explique comment un acide ne rougit la couleur bleue végétale qu'autant qu'il est dissout ; que les alcalis simplement plusoxidés ne sont pas caustiques ; que les sels sans eau de solution ne sont point sapides, etc. ; enfin, comment *les corps n'agissent qu'autant qu'ils sont dissous.*

La plusoxidation est une opération identique, qu'elle se fasse par de l'oxigène, par un acide, par de l'eau ou par un autre corps ; et si l'on a beaucoup d'exemples où les acides expulsent l'eau, on en a aussi où ce liquide expulse les acides, soit en vertu de son affinité de plusoxidation avec l'oxide ou avec l'acide seuls, soit avec les deux à-la-fois. Les acides remplacent principalement l'eau près des oxides dont ce liquide peut ensuite plusoxider le composé qu'ils forment avec ces corps, ou près de ceux dont la solution à fait cesser la plusoxidation. Les oxides secs ne sont pas pris en combinaison par les acides seulement plusoxidés avec lesquels ils forment des composés insolubles. L'eau remplace les acides près des oxides dont les sels ont une grande affinité de solution, ou près de ceux qui sont totalement dépourvus de cette affinité.

De l'eau qui est en excès à la capacité de plusoxidation d'un corps est associée à l'antagoniste de son affinité, parce que le calorique qu'elle doit déposer est repris par l'autre eau, laquelle, en devenant hydrogénée, enleverait aussitôt l'eau oxigénée au corps qui s'en serait plusoxidé ; et comme c'est une loi en chimie et dans la nature entière qu'un effet spontané n'est pro-

duit qu'autant qu'il peut subsister, et qu'il ne l'est point à côté de la force ou de l'agent qui peut le détruire, la plusoxidation, et par suite la solution, à-moins d'une grande prépondérance d'affinité, ne peuvent avoir lieu. Il est surprenant que l'eau plusoxidable puisse disputer à tant de corps la possession de l'eau plusoxidante, comme cela se fait pour tous les corps qui sont solubles dans l'eau; on remarque bien que la diminution de l'affinité avec l'eau de plusoxidation augmente celle de l'eau de solution avec ce même liquide, et que les acides qui ont le plus de capacité de combinaison, ce qui est synonyme avec capacité de plusoxidation, forment en général les composés insolubles; mais il y a beaucoup d'exceptions à cette règle, et l'on a des exemples, comme dans l'acide carbonique, où la plus grande capacité est souvent l'opposé de la plus grande affinité.

Je n'ai pas besoin de répéter que c'est là où l'affinité d'oxidation cesse que celle de plusoxidation commence, ni que le caractère de la première affinité est de ne pouvoir être vaincue par la seconde, et celui de la seconde de pouvoir être vaincue par ses analogues. L'oxigène d'oxidation peut être enlevé par le calorique et par des corps réduits ou sousoxidés, et, sous forme d'eau, il peut être déplacé par de l'hydrogène, mais il ne saurait l'être par un oxide. L'oxigène de plusoxidation peut au contraire être déplacé par d'autres corps oxidés, et il l'est par l'eau, dans les oxides solubles et dans l'acide muriatique oxigéné, et par les acides et par quelques oxides, dans les oxides insolubles: il est déplacé par les oxides dans l'acide muriatique oxigéné. Il n'y a qu'un défaut de calorique pour sa gazification

qui puisse s'opposer à son déplacement; mais alors encore, l'oxigène de plusoxidation passe en surplusoxidation à une portion du corps d'où il est déplacé. C'est ainsi que les oxides plusoxidés de manganèse, de plomb, de cobalt, etc., se surplusoxident en partie, et en partie se dissolvent à l'état d'oxide, dans les acides, lors même qu'ils sont mis en excès pour leur totale dissolution. L'oxide de mercure se plusoxide par l'oxigène de l'acide muriatique oxigéné sur lequel on le fait réagir, etc., etc.

L'eau est expulsée d'avec les oxides par les acides, et réciproquement par les oxides d'avec les acides, et par ces deux sortes de corps d'avec leurs semblables. On pourrait croire que près des acides l'eau fait fonction de plusoxidant oxide, et près des oxides fonction de plusoxidant acide; mais l'on se tromperait, car c'est toujours le corps qui a le plus d'oxigène dans sa composition qui plusoxide, et ce corps est l'eau; et celui qui a le plus d'hydrogène relativement à l'oxigène est le corps qui est plusoxidé. L'excès d'hydrogène se manifeste dans les acides comme dans les oxides, d'abord par leur affinité de plusoxidation, et ensuite par le calorique qu'ils déplacent d'avec le corps qui les plusoxide, tandis que l'eau ne possède point cette affinité, qu'elle n'est que plusoxidante et point plusoxidable, et que lorsqu'elle se plusoxide, comme cela arrive dans la solution de la glace ou d'autres corps, c'est sous une adjonction de calorique et non sous une déposition de cet agent que cette opération s'exécute. L'eau est donc, comme l'oxigène, toujours active et jamais passive dans la plusoxidation; et le seul cas où l'eau est plusoxidée, c'est dans l'air où sa vapeur

hydrogénée est plusoxidée par l'oxigène sous-gazeux de ce fluide.

La plusoxidation, que l'on pourrait appeler *vice-hydratation*, si toutefois on ne doit pas plutôt considérer celle-ci comme une *vice-plusoxidation*, est la seconde opération de la chimie, l'oxidation étant la première, ou celle-ci est de synthèse prochaine et l'autre de synthèse éloignée, et les hydrogénations, parmi lesquelles on doit comprendre les combinaisons, en proportions déterminées, des métaux entre eux et avec les combustibles acidifiables, sont des vice-plusoxidations par acheminement ou en vertu de tendance vers cet effet ; de-sorte que tout se proportionne pour la plusoxidation, dans des rapports déterminés.

L'hydrogénation devient même, dans beaucoup de cas, un effet préparant pour la solution, et une véritable *vice-solution*, puisque les radicaux des corps qui l'éprouvent, en sont mis à nu. Les combustibles acidifiables sont des acides naturellement vice-plusoxidés par de l'hydrogène ; les acides en *eux* sont ces mêmes acides plusoxidés par de l'hydrogène sous-oxidé, et ceux en *ique*, des acides plusoxidés par de l'hydrogène oxidé ou par de l'eau.

Beaucoup de corps qu'on avait regardés comme des mélanges uniformes ou des degrés intermédiaires d'oxidation, sont des plusoxidations d'oxidules par des oxides, ou d'oxides par des oxides plusoxidés, et ce cas arrive chaque fois que des métaux semblent avoir plus de deux degrés d'oxidation et un de plusoxidation. Les substances organiques sont toujours de pareils composés, mais entre un ou deux combustibles acidifia-

bles plus ou moins oxidés dans leur hydrogène de vice-plusoxidation.

On voit que la plusoxidation peut se faire par tout corps qui admet seulement de l'oxigène dans sa composition, que ce soit de l'oxigène pur, de l'eau, un acide, un oxide ou un sel; et l'hydrogène ainsi que les métaux sont encore des vice-plusoxidans ou des plusoxidans par l'un principe de l'eau, comme l'oxigène l'est par l'autre principe. Le but de ces diverses combinaisons est d'être plusoxidé par de l'eau, directement pour les corps solubles, et après s'être combinés à un acide, pour les oxides non plusoxidables par l'eau, dont le nombre est extrêmement petit. Les acides, dans les combustibles acidifiables, sont tous vice-plusoxidés par de l'hydrogène comme dans le gaz muriatique oxigéné, le même corps l'est par de l'oxigène, lequel gaz étant hydrogéné est parfaitement semblable à ces combustibles oxigénés; et un genre de corps acidifiables dévoile, par sa synthèse, l'analyse de l'autre. Nous sommes très-près d'avoir dans l'acide fluorique un gaz acide sec oxigéné. La résistance de cet acide à l'hydrogénation et ses autres rapports avec l'acide muriatique dénotent très-manifestement une tendance vers l'oxigénation.

La composition de l'azote en oxide métallique a fourni la synthèse d'un métal; mais aucun métal n'a encore dévoilé l'analyse d'un combustible acidifiable, et si l'on suit les indications de l'ammoniacon décomposé de ce métal, *plus* de l'oxigène et *moins* une fois de l'hydrogène, ou *plus* une fois de l'eau et *moins* deux fois de l'hydrogène, constitue un pareil corps.

D'après la même indication, l'arsénic et le tellure, qui prennent les caractères de combustibles acidifiables, devraient le faire en recevant de l'oxigène et déposant de l'hydrogène; mais jusqu'ici on ne les a encore connus qu'à l'état de combustibles acidifiables ou de locotenans hydrogénés ; car le tellurure de potasse fait par les deux métaux contient deux de tellure et un d'hydrogène, et l'hydrogèno-tellure contient deux d'hydrogène et un de métal ; mais le premier n'en est pas moins hydrogéné par tout l'hydrogène que l'eau déplace d'avec le potassion et par celui auquel le même liquide se substitue près du tellure.

On pourrait croire que les combustibles acidifiables, qui fixent autaut plus d'oxigène que les métaux, doivent être davantage hydrogénés que ces corps ; mais on doit faire attention que dans les acides, l'hydrogène de vice-plusoxidation est proportionné dans le rapport de l'eau et seulement avec moins de calorique en raison de l'excès d'hydrogène à ce rapport dans l'acide sec, et que dans les oxides des métaux, la saturation de l'hydrogène est moindre des deux tiers que dans l'eau. Ce sera donc en réduisant et en même temps en hydrogénant que l'on parviendra, si le moyen existe, à métalliser ces corps. Le carbone, le phosphore, le soufre, déposent bien de l'hydrogène en s'unissant entre eux, mais tout indique qu'ils s'éloignent de l'état métallique, puisqu'ils preunent de la transparence qui est le caractère négatif le plus prononcé de cet état.

On remarque que les degrés d'oxidation d'un métal répondent à ceux de sa combinaison avec le soufre et

avec l'acide muriatique oxigéné; ainsi, le but de ces engagemens est de se pourvoir d'nn plusoxidant oxidé ou réduit, même avant d'avoir subi l'oxidation, et bien dans des rapports pour les divers degrés de cette opération.

On voit le plus souvent des plusoxidans faibles admettre d'autres plusoxidans également faibles, à partager avec eux la possession du corps plusoxidé. C'est ainsi que l'ammoniaque, dont la capacité de saturation est considérable et l'intensité de combinaison faible, quoiqu'elle ne soit que l'oxidule de son métal, s'engage facilement en composés triples et quadruples. L'oxide d'ammoniacon ou l'azote hydrogéné par l'eau en oxide métallique et tel qu'il est dans l'air ne se combine déjà plus avec les acides, mais seulement encore avec l'oxigène, avec l'eau et avec le carbone organisé dans les substances animales, comme avec l'oxide déjà sous-plusoxidé du manganèse. La capacité de saturation de l'ammoniaque est si faible que son engagement muriatique ne saurait subsister sans que la plusoxidation par l'acide soit soutenue de celle par l'eau. Je nomme, par choix, le muriate d'ammoniaque à cause que les sels muriatiques se constituent le plus complétement sans plusoxidation par de l'eau.

L'acide carbonique, dont la capacité de saturation est également forte et l'intensité de combinaison faible, s'engage de-même en multiple composition, et la silice, lorsqu'elle est engagée en plusoxidation avec l'acide fluorique, admet à participer à cette fonction toutes sortes de corps, comme de l'eau, divers acides, l'ammoniaque et jusques à des sels. Le fluate d'ammoniaque ne peut également exister sans plusoxidation,

soit par de l'eau seule, par de l'eau et de la silice en même-temps, par du borate d'ammoniaque, etc. Si ce sel pouvait être obtenu sec, il nous donnerait bientôt le fluore ou l'acide fluorique réduit dans son eau de plusoxidation ou le même acide sec hydrogéné. Par une addition d'hydrogène et sans un grand échauffement, le calorique déplacé par l'hydrogène d'avec l'oxigène de l'acide sec, étant suffisant pour proportionner l'oxigène de l'ammoniaque au degré de sa substituabilité sous forme d'eau, on pourrait obtenir l'ammoniaque réduite en métal en même-temps que l'acide sec fluorique serait hydrogéné en combustible acidifiable, ce qui formerait un fluorure d'ammoniacon. On pourrait toutefois essayer, et avec grand espoir de succès, d'hydrogéner cet acide par le refoulement du gaz fluorique silicé avec de l'hydrogène, lequel produirait cet effet en se substituant à la silice en vice-plusoxidant de cette terre. Le muriate d'ammoniaque sec éprouverait le même effet, et le gaz muriatique silicé, si on l'avait obtenu, se laisserait, par l'hydrogène, décomposer en combustible acidifiable et en silice. Ce n'est point en désoxidant, mais en hydrogénant par addition, que l'on doit procéder pour obtenir cet effet, et le gaz borico-fluorique étant traité par le potassion, n'a pu donner que du bore et du fluate sec de potasse, que l'hydrogénation pourrait encore réduire en fluorure de potasse, et que le gaz muriatique oxigéné décomposerait peut-être en gaz fluorique oxigéné et en muriate de potasse.

Les acides en *ique* qui, au feu, se réduisent en acides dits en *eux*, sont de ces derniers acides plusoxidés par de l'oxigène. Le gaz nitreux préfère d'être plusoxidé par de l'acide nitrique à l'être par de l'oxigène,

c'est

c'est pourquoi l'acide nitrique se décompose en partie dans son oxigène, qu'il cède en gazification au calorique et se constitue en plusoxidé par le gaz nitreux. Il préfère encore sa plusoxidation par l'acide sec muriatique, puisque l'acide nitrique se décompose pour laisser le gaz nitreux former cet engagement, qui est celui de l'acide nitro-muriatique. L'oxigène de plusoxidation du gaz nitreux est repris, sans addition de calorique, en ses mêmes fonctions, par l'acide muriatique; ce qui fait que l'eau régale se forme à froid. L'acide nitro-muriatique, comme celui qu'on appelo nitreux, étant composé d'un acide sec et d'un oxide, se plusoxide par de l'eau sans en être décomposé. L'acide sec nitrique préfère de son côté d'être plusoxidé par du gaz nitreux, à l'être par de l'eau, comme le fait voir son enlèvement total à ce liquide par ce gaz. Le nitrate de gaz nitreux qui en résulte reste toutefois sous-plusoxidé par de l'eau, comme dans ce qu'on appele gaz nitrique, le même sel est plusoxidé par de l'oxigène. La vapeur sulfurique sèche est de l'acide sulfureux plusoxidé par de l'oxigène et sans en outre l'être par de l'eau. L'acide phosphorique sec se plusoxide par de l'acide phosphoreux, etc., etc.

On voit déjà des oxides métalliques préférer de plusoxider les alcalis et d'autres oxides que d'être eux-mêmes plus-oxidés par les acides, ce qui, sans doute, dépend de leur degré trop élevé ou trop bas d'oxidation, et cette affinité est le plus souvent si faible qu'il suffit de l'eau pour la rompre, comme dans d'autres circonstances la chaleur rompt la combinaison entre un oxide et un acide.

En général la chaleur n'est pas favorable à la plus-

oxidation, et dans beaucoup de cas elle s'y oppose. C'est que cette opération doit se faire sous déposition de calorique, car c'est dans la substitution de l'hydrogène à cet agent qu'elle consiste. La chaleur, d'ailleurs, en pénétrant à-la-fois le corps plusoxidant et le corps plusoxidé, sature l'oxigène du premier et déplace l'hydrogène du second; et il rend trop celui-ci à hydrogène libre pour la qualité plusoxidante de l'autre. La chaleur se substitue près de l'oxigène de l'acide acétique à l'hydrogène de l'alumine, et fait précipiter cette terre pendant l'échauffement de son acétate, et elle fait la même chose pour l'acide succinique engagé avec l'oxidule de fer.

Les hydrates de cuivre et d'étain sont décomposés par l'eau chaude, en vertu de l'attraction plus grande que l'eau oxigénée exerce sur l'hydrogène de l'eau hydrogénée que sur celui de l'oxide métallique. C'est une déplusoxidation en vertu d'une affinité plus puissante, qui a lieu.

Dans les corps immédiatement plusoxidables par l'eau, le développement de la chaleur trace les limites de la plusoxidation. Au-delà, cette opération cesse et la solution commence avec fixation de calorique.

Quand l'alcohol a cessé de s'échauffer avec l'eau de plusoxidation, il se refroidit avec celle de solution; et il en est de-même de tous les autres corps.

Le carbonate naturellement plusoxidé d'ammoniaque se combine en plusoxidation avec le muriate sec du même alcali dans le carbonato-muriate de M. J. Davy, et il existe beaucoup d'autres combinaisons de

cette nature. L'acide fluorique doit sur-tout en présenter.

Les muriates métalliques qu'on a laissés agir sur de l'ammoniaque gazeuse sont des muriates secs de cet alcali, plusoxidés par un oxide de métal ; et le muriate de chaux, desséché au feu, se plusoxide de toute l'ammoniaque que sa terre avait dégagée du muriate ammoniacal.

Les composés muriatiques de soufre et de phosphore forment avec l'ammoniaque l'un du muriate sec plusoxidé par l'acide sulfureux ou par le sulfite de cet alcali, ou du sulfate plusoxidé à-la-fois par du sulfite et par du muriate, et l'autre forme du muriate plusoxidé par du phosphite, ou du phosphate plusoxidé par du phosphite et par du muriate.

Le sel d'Alembroth est du muriate sec d'ammoniaque plusoxidé par du muriate oxidé de mercure. Enlève-t-on à ce sel une portion d'acide à l'aide de la potasse, ou précipite-t-on par de l'ammoniaque du muriate de mercure à oxide, on obtient du muriate d'ammoniaque plusoxidé, partie par du muriate de mercure, et partie par de l'oxide de ce métal. En sublimant ce dernier sel avec du muriate de mercure à oxide, on obtient du sel d'Alembroth et de l'oxide de mercure; et en sublimant du muriate de mercure à oxide avec du muriate d'ammoniaque fait de toutes pièces, et que l'auteur du texte considère comme sec, on obtient encore le même sel et de l'eau. Tout cela conduit à devoir admettre de l'oxigène, soit dans le gaz muriatique oxigéné, soit dans l'ammoniaque que l'on doit alors supposer transmettre ce principe au mercure et s'enga-

ger elle-même à l'état réduit avec le gaz oxigéné, et à prouver que le muriate d'ammoniaque ne peut exister sans de l'eau que l'oxigène du gaz oxigéné a pu seul former ; c'est aussi ce qui arrive lorsqu'on fait agir en sous-proportion du gaz muriatique oxigéné sur du gaz ammoniacal : le premier gaz se constitue en simple avec l'hydrogène d'une partie du second, et l'acide plusoxidé par de l'eau se combine avec de l'ammoniaque indécomposée et forme du muriate par lequel l'eau produite est retenue en plusoxidation.

Si l'on mêle le précipité du sublimé corrosif par l'ammoniaque sèche avec d'autre sublimé corrosif, et qu'on le traite par le gaz acide sulfureux, il donnera du sel d'Alembroth régénéré et du sulfate de mercure à oxidule. Il n'y a que l'oxigène de l'oxide de mercure qui a pu saturer l'acide en *eux* en acide en *ique*, et cet oxide n'a pu prendre cet oxigène pas plus que celui avec lequel il s'est engagé en sulfate, qu'à l'acide muriatique oxigéné ou au métal de l'ammoniaque.

Comme la plusoxidation existe par une soustraction de calorique et par la substitution de l'hydrogène à cet agent, la déplusoxidation doit être l'effet de l'opération contraire. On peut déplusoxider quelques corps par la restitution du calorique et la mise en place de l'hydrogène, et tous, par ce dernier moyen, soit seul, soit combiné avec le premier ; et l'eau peut encore être déplusoxidée par le moyen qui plusoxide les autres corps, lequel est la soustraction du calorique. L'eau a pour se comporter ainsi plusieurs motifs, dont le principal est qu'étant la combinaison la plus saturée d'oxigène, elle possède le plus de calorique distendu et par con-

séquent le plus disposé à obéir aux lois de la chaleur. Elle est le corps le plus simple après l'hydrogène et l'oxigène saturé de calorique, et, par conséquent, le plus maître de laisser désengager ses principes; elle est en outre, après l'oxigène, le plusoxidant par excellence, et presque le plusoxidant général; et l'eau liquide doit être considérée comme de l'eau hydrogénée, tenant en solution de l'eau plusoxidée concrète.

L'eau plusoxidée est naturellement solide; c'est le corps concret qui existe à *zero* R., et auquel l'eau hydrogénée par l'échauffement enlève le plusoxidant sous-glace, en vertu de son affinité avec ce corps. L'eau qui porte en elle-même, et le corps qui la plusoxide et celui qui la dissout subit ses divers changemens par l'addition ou la soustraction du calorique.

L'eau n'est rigoureusement hydrogénée qu'à l'état de vapeur et au point où le calorique commence à en élever la température, et l'eau plusoxidée n'est strictement eau dissoute qu'au point où le calorique ajouté cesse de manifester sa présence, et la manifeste de-nouveau par la plus légère addition. L'eau liquide est donc de la glace plusoxidée dissoute par de l'eau hydrogénée. Si de la neige à *zero* est mêlée avec d'autre neige à un degré plus bas de froid, il se développe de la chaleur qui fond les contours de ses crystaux, et qui la fond en entier lorsque les proportions sont bien saisies.

La glace plusoxidée par d'autre glace peut encore être plusoxidée et en même temps dissoute par de la vapeur d'eau, laquelle lâche alors le calorique, que comme

plusoxidante elle dépose au-delà de ce qu'elle en retient comme dissolvante, et lorsque dans cette opération la température se maintient à *zéro*, c'est que la vapeur fixe autant de chaleur pour dissoudre qu'elle en développe pour plusoxider. C'est parce que ces deux opérations se font toujours simultanément que la plusoxidation de la glace chaude par la glace froide marque seulement par la fonte et sans indiquer sur le thermomètre le calorique qui est déposé.

Les corps peuvent encore être déplusoxidés par la substitution d'un plusoxidant ou d'un plusoxidé à un autre, et dans ce cas il se dépose toujours du calorique à cause que c'est la plus forte hydrogénation qui détermine la plus forte affinité, et que plus d'hydrogène déplace nécessairement plus de calorique. Dans le cas d'une déplusoxidation par déplacement, il ne se développe que peu de calorique, parce que le corps plusoxidant reprend dans sa retraite le calorique qu'il avait déposé, et parce que dans son nouvel engagement il entre avec ce défaut de calorique si c'est le plusoxidant qui reste, et en prend même un plus considérable ; ce qui détermine son affinité.

Par l'addition du calorique qui, près de l'oxigène du corps oxidé, se substitue inamoviblement à l'hydrogène de ce corps, en même temps qu'à cet hydrogène il se substitue près de l'oxigène du corps plusoxidant, il s'exerce des affinités qui sont contraires à l'intensité de combinaison. C'est ainsi qu'avec le secours de la chaleur l'eau se substitue aux oxides insolubles près des oxides, aux acides près des oxides solubles, ou aux uns près des autres en même temps.

Comme les corps plusoxidables n'ont le complet de leur plusoxidant qu'au point où l'addition de celui-ci cesse de produire de la chaleur, mais excite au contraire du froid s'il a la propriété de dissoudre le corps plusoxidé, il s'ensuit qu'on a eu tort de regarder comme des hydrates les oxides solubles non-crystallisés, et même ceux calcinés à une forte chaleur, ces corps n'étant hydratés qu'à un sous-degré.

Il se développe toutefois dans la plusoxidation une portion de calorique provenant de la concrétion de l'un ou des deux corps en engagement; mais ce calorique n'a aucun rapport avec celui que l'hydrogène déplace, et par la soustraction duquel l'adhérence est établie.

La concrétion d'un corps doit faire lâcher prise au calorique que sa liquéfaction avait fixée, comme la liquéfaction de la vapeur doit lâcher prise à la chaleur de sa vaporisation; mais ce calorique est de qualité spécifique, et son engagement n'a point lieu avec l'oxigène du corps, puisque les corps réduits le fixent aussi bien que ceux oxidés.

Les métaux fondus s'unissent à d'autres métaux, et si l'alliage se concrète, il se dégage de la chaleur obscure ou lumineuse, suivant l'intensité du dégagement et le genre de calorique dont les métaux sont pénétrés. Le mercure s'amalgamant avec le potassion fondu, étant lui-même échauffé afin que l'incorporation soit subite dans un rapport pour constituer un amalgame liquide à la température de l'air, ne détermine qu'un dégagement de chaleur à cause de la permanence de liquidité du produit; mais qu'on fasse cet amal-

game dans le rapport de 70 de mercure à 1 de potassion ; il se dégagera de la lumière en même temps que de la chaleur ; le produit ne sera concret qu'à froid, mais il laissera déjà échapper le calorique tandis qu'il est encore chaud et liquide, cela dépend de ce que la quantité de chaleur spécifique, qu'une baisse de température de 32 sous O° R. peut seule lui enlever, se trouve réellement déposée par la nature concrescible du produit, tandis que l'état liquide actuel de celui-ci dépend de peu de chaleur. On reconnaît cette différence dans le froid que fait naître le mercure consolidé qui se fond, comparativement à celui excité par la fusion de l'amalgame concret de potassion. Dans mes expériences sur la congélation artificielle, lorsque le mercure était devenu solide, j'ai toujours vu que les liquides quelconques dans lesquels plongeait la boule qui le contenait, se concretaient aussitôt autour du verre, et que l'alcohol lui-même couvrait la boule, quand on retirait assez-tôt celle-ci, d'une couche de liquide visqueux et souvent concret, dont l'attouchement était extrêmement douloureux. On n'a point encore déterminé le degré de froid qu'une masse de mercure consolidé serait capable de produire sur des corps en contact desquels elle reviendrait à l'état liquide. —

(Tome 2, page 134, à Schweigger.)

La force de la pile doit, pour les réductions, être proportionnée au caractère oxigène de l'oxide, et tel appareil qui réduit parfaitement bien l'oxide de plomb, laisse irréduit celui de manganèse : cependant c'est par l'hydrogène que s'opèrent ces divers effets ; cela prouve que le fluide électrique entre comme ingrédient actif, et comme matière dans les produits de ces opérations.

Lorsque sous la pile un métal se réduit en formant ce qu'on

appèle une arborescence métallique, le métal cristallisé devient le continuateur du pole; et la manière dont l'effet se propage fait clairement voir que ce n'est pas par sa mise en état de négativité, mais par de l'hydrogène pénétré de fluide électrique, lequel, séparé de l'eau, se porte vers le négatif, que cet effet a lieu. Ce qui prouve que l'eau est toujours décomposée, c'est que les métaux thermoxigènes sont dissouts à l'extrémité positive par des acides qui ne produisent sur eux cet effet que lorsqu'ils sont préalablement oxidés. Les métaux que la pile transporte sont fondus dans son fluide.

Le partage de l'appareil en ses poles a ses limites si exactement tracées que lorsque l'effet produit en dépasse, dans l'un ou l'autre sens, la ligne, les poles semblent remplir leurs mutuelles fonctions, ce qui présente les caractères d'une polarisation magnétique.

Lorsque l'acide muriatique est décomposé par la pile, c'est encore l'eau qui produit cet effet, et son oxigène se substitue, d'un côté, à l'eau de cet acide, tandis que, de l'autre côté, son hydrogène se dégage. Grotthuss, examinant cet effet, a paru considérer l'hydrogène comme le radical combustible de l'acide muriatique. Si cet ingénieux physicien, dont les idées ont introduit à tout ce qu'on a fait et pensé de grand à l'égard de la pile, avait dit que la base de ce combustible reste unie à l'oxigène, au lieu de dire qu'elle reste avec l'hydrogène, et eût-il même admis que cette base est un acide ou un corps déjà oxidé indépendamment de son oxigénation, il aurait dévoilé la véritable composition de ce corps.

Lorsqu'on décompose un muriate à oxide, l'acide indécomposé et de l'oxide suroxidé se transportent ensemble vers le pole positif, et de l'oxidule encore dissout vers le pole négatif. La pile ne saurait, par aucun effet, dévoiler plus clairement la relativité infinie de ses actions; et si l'on admettait que, dans cette expérience, l'acide et non l'eau est décomposé, il faudrait alors nécessairement que le gaz muriatique suroxigéné se transportât avec l'oxigène d'un côté, et le combustible muriatique avec le même corps de l'autre côté; cela ne serait point impossible, et, à l'arrivée

aux poles, l'eau serait alors substituée à l'oxigène du gaz muriatique oxigéné, lequel oxigène passerait à l'oxide et à l'hydrogène du combustible muriatique, et cet hydrogène déplacerait, d'avec l'oxide, une partie de l'eau de celui-ci.

On remarque que la trop grande concentration que le fluide acquiert lorsqu'on le fait passer sur des surfaces faiblement conductrices ou très-étroites, le rend moins propre à donner la commotion et à faire diverger l'électromètre; mais, en revanche, plus propre à fondre, enflammer et décomposer les corps. Pour les derniers effets, il peut, autant que possible, être développé en longueur, mais pas en largeur; et poor les premiers, il doit l'être dans des sens contraires, ce qui explique comment un gros cylindre de métal qu'avec la main mouillée on empoigne pour décharger une pile procure une commotion aussi vive, le fluide qui prend plus de développement devenant davantage électrique. Les liquides rendus conducteurs par des acides ou des sels ne transmettent point la charge de la pile, lorsqu'ils sont sous la forme d'un filet très-délié, ni lorsqu'ils sont en masse large et en même-temps longue, mais bien en masse large et courte. Le fluide ne peut franchir un long espace par un conducteur imparfait; et, sur la surface étroite d'un pareil corps, il rencontre le double obstacle de la lente conduction et du rapprochement de ses parties; ce qui le convertit en calorique incandescent. C'est ainsi que sur les piles à larges plaques, le fluide, pour donner la commotion et faire diverger l'électromètre, agit comme fluide raréfié, et que, pour fondre et décomposer, il agit comme fluide désélectrifié et concentré.

On peut concevoir l'existence d'une charge assez forte et d'une voie de transmission assez rétrécie et en même-temps assez bonne conductrice, pour que la totalité du fluide soit tendue en calorique lumineux, et que le métal sur lequel le passage a lieu ne soit seulement pas fondu. Comment n'a-t-on pas reconnu la distraction du fluide et sa conversion en chaleur lumineuse dans l'état négatif où restent les deux garnitures d'une batterie par laquelle on a produit des incandescences difficiles? C'est parce qu'on n'a examiné que le rapport des deux garnitures entre elles, et point leur rapport avec le sol.

27. La combinaison voltaïque la plus puissante qui existe, et dans laquelle le nombre ou les alternations sont unis à l'étendue de la surface, est celle exécutée pour le laboratoire de l'institution royale, aux frais de plusieurs cultivateurs et protecteurs zélés de la science. Cet appareil consiste en deux cents sections de batterie mises en communication dans un ordre régulier et composées chacune de dix doubles plaques, qui sont insérées dans des auges de porcelaine et présentent, dans chaque plaque, une surface de trente-deux pouces quarrés; de-sorte que le nombre total des plaques doubles est de 2000, et la totalité de la surface de 128,000 pouces quarrés. Cette batterie, lorsque les auges sont remplies d'un mélange de 60 parties d'eau avec 1 partie d'acide nitrique et 1 d'acide sulfurique, produit une suite d'effets aussi frappans qu'admirables. Lorsque entre les pôles de cet appareil des morceaux de charbon longs d'environ un pouce et épais d'un sixième de pouce furent rapprochés à la distance d'un trentième ou d'un quarantième de pouce, une étincelle resplendissante éclata, et le charbon rougit au blanc dans plus de la moitié de son volume; et, en écartant les morceaux de charbon les uns des autres, une décharge non-interrompue eût lieu à travers l'air échauffé, et dans un espace au moins de quatre pouces, formant un arc ascendant de lumière extrêmement vive, large dans son milieu et s'élevant en cône. (Planche 3, fig. 18).

Un corps qu'on introduisit dans cet arc y devint à l'instant rouge de feu; le platine s'y fondit aussi rapidement que le fait la cire dans la flamme d'une bougie. Du quartz, du saphir, de la maganésie, de

la chaux, tous entrèrent en fusion; des éclats de diamant et des pointes de charbon et de plombagine y disparurent rapidement et semblèrent s'y vaporiser lors même que la communication était établie sous un récipient vide d'air; il ne parut pas que ces corps se fondirent avant de se repandre en vapeur.

Lorsque la communication entre les pointes positivement et négativement électrisées fut établie à travers l'air raréfié sous le récipient de la pompe pneumatique, la distance d'explosion s'accrût dans le rapport que l'air était plus rare, et, lorsque la raréfaction était parvenue au point de ne plus soutenir le mercure dans la jauge barométrique qu'à un quart de pouce d'élévation, les étincelles franchirent un espace de près d'un demi-pouce, et, en écartant les pointes, la décharge se fit à travers six ou sept pouces, sous la production d'un étincellement de lumière pourpre du plus bel effet; le charbon rougit fortement, et un petit morceau de fil de platine qui s'y trouvait attaché se fondit en répandant de brillantes étincelles et tomba en larges globules sur le plateau de la pompe. Les divers phénomènes de décomposition chimique furent produits avec une rapidité incroyable par cette batterie. Lorsque des pointes de charbon furent rapprochées sous des liquides non-conducteurs, et tels que des huiles, de l'éther et des composés oxi-muriatiques, il éclata des étincelles très-brillantes, et un fluide élastique était aussitôt produit. L'intensité de la charge était si considérable que des étincelles éclatèrent même dans de bons conducteurs-imparfaits, tels que les acides nitrique et sulfurique.

Lorsque les fils conducteurs des deux extrémités de

l'appareil furent mis en communication avec une batterie de Leyden, une extrémité par la garniture intérieure et l'autre par celle extérieure, la batterie devint à l'instant chargée; et, en éloignant les fils et établissant les communications propres pour la décharge, on pût sentir une commotion où l'on remarqua une étincelle, et le plus court contact possible suffisait pour renouveler la charge dans toute son intensité.

28. Les faits généraux qui établissent la connexion entre l'accroissement des différens pouvoirs de la batterie voltaïque, et l'augmentation du nombre et de la surface des séries, sont très-évidens; mais la détermination du rapport exact dans lequel cet effet a lieu est un probleme qu'il n'est pas facile de résoudre.

MM. Cay-Lussac et Thénard ont annoncé que le pouvoir de la décomposition chimique s'accroît seulement comme la racine quarrée du nombre des plaques; mais leurs expériences furent faites avec des parties de piles d'une construction très-défavorable pour obtenir des résultats exacts; et dans plusieurs essais faits avec le plus grand soin au laboratoire de l'institution royale, les résultats furent totalement différens. Les batteries employées furent des sections de la grande combinaison parfaitement isolées et similairement chargées. On se servit de même d'arcs de zinc et d'argent ayant une surface égale, et qui étaient distribués dans des verres semblables, remplis du même liquide; et les tubes destinés à recueillir les gaz étaient aussi parfaitement semblables, et furent remplis de la même solution de potasse. (Planche 4, fig. 19). Dans ces expériences, dix paires de plaques produisirent quinze mesures de

gaz ; vingt paires, dans le même temps, quarante-neuf mesures ; une autre fois dix paires produisirent cinq mesures ; quarante paires, dans le même temps, soixante-dix-huit mesures. Dans des expériences faites avec des arcs, et qui parurent irréprochables, quatre paires produisirent une mesure de gaz ; douze paires, dans le même temps, neuf et sept dixièmes mesures; six paires, une mesure ; trente paires, dans des circonstances égales, produisirent 24. 5 mesûres, et ces quantités sont approchant comme les quarrés des nombres.

Il semble résulter des expériences de MM. Van Marum et Pfaff, confirmées par celles de MM. Wilkinson, Cuthbertson et Singer, que l'accroissement du pouvoir des batteries dont les plaques ont les mêmes surfaces est comme le nombre. Je trouvai que dix doubles plaques, ayant chacune cent pouces quarrés de surface ; firent rougir deux pouces de fil de platine d'un quatre-vingtième de pouce d'épaisseur ; vingt doubles plaques firent rougir cinq pouces, et quarante doubles plaques onze pouces. Cependant, dans les expériences sur de plus hauts nombres, les résultats ne furent pas satisfaisans ; car cent doubles plaques, chacune de trente-deux pouces quarrés, firent rougir trois pouces de fil de platine d'un soixante-dixième de pouce d'épaisseur, et mille doubles plaques firent seulement rougir treize pouces ; les charges par de l'acide *dilué* étaient semblables dans les deux cas.

Le pouvoir d'ignition pour des nombres égaux de plaques semble s'accroître dans un rapport très-élevé avec l'agrandissement de la surface, et probablement dans un rapport même plus haut que le quarré ; car vingt doubles plaques, contenant chacune deux pieds cubes,

ne firent pas rougir une seizième partie de fil de plus que vingt doubles plaques, contenant chacune huit pieds cubes, l'acide employé étant, dans les deux cas, de la même force.

Un grand nombre de circonstances s'opposent à l'exactitude des expériences faites avec de hauts nombres ou sur des surfaces très-larges. L'activité des montures diminue promptement par l'effet de la décomposition du menstrue; et cette décomposition est d'autant plus prompte que le nombre et la surface des métaux alternés sont plus grands. La vapeur qui s'élève, lorsque l'action est intense, cause un dérangement par sa propriété conductrice, et le gaz qui se dégage dérange par le manque de cette propriété; et, en faisant usage de séries composées de plus de cinq cents doubles plaques, à-moins que l'isolement ne soit très-parfait, il se fait une perte considérable d'électricité. C'est ainsi que la grande batterie, composée de deux mille doubles plaques, laquelle appartient à l'institution royale, agit à peine par ses vrais pôles lorsqu'elle est placée sur un carreau de pierre, et exige non-seulement d'être isolée par de la porcelaine, mais encore par du bois sec; et, lorsqu'elle est placée sur un pareil carreau, il est à peine possible de passer à côté d'une des séries en voisinage sans recevoir la commotion. Dans les cas d'ignition de fils de métal, l'influence refroidissante des substances en contact, et de la partie de la chaîne qui n'est point en incandescence, contrarie beaucoup la marche, lorsqu'on opère sur de petites quantités de fil et par de faibles pouvoirs; ce qui fait que, dans le commencement, l'effet est dans un rapport inférieur, et vers la fin dans un rapport supérieur au nombre, lorsque l'entière sé-

rie est à plaques étroites, comme dans l'expérience ci-dessus détaillée. Si, dans une des séries, la communication est tant soit peu imparfaite, il s'ensuit une grande diminution dans le pouvoir; si une des plaques est davantage corrodée ou couverte de plus d'oxide que les autres, il y a une diminution générale dans l'effet. Si, dans une seule série, du cuivre est mis en place de zinc, ou du zinc en place de cuivre, le résultat est encore le même; et j'ai trouvé qu'un fil de platine, que dans une série de trente doubles plaques on introduit à la place d'un arc d'argent et de zinc, avait tellement diminué le pouvoir de produire du gaz qu'il n'était plus égal qu'à celui d'une série de quatre plaques doubles.

29. La circonstance la plus importante en électricité est peut-être son rapport avec les pouvoirs chimiques de la matière, et le mode dont elle modifie renforce ou détruit ces pouvoirs. La plupart des substances, qui sont connues pour agir électriquement les unes sur les autres, agissent de même chimiquement entre elles lorsque leurs particules peuvent librement se mouvoir. Ceci a lieu pour les différens métaux, pour le soufre et les métaux, pour les acides et les alcalis; et les rapports des corps sont uniformes, ceux qui possèdent les pouvoirs attractifs les plus énergiques étant dans le rapport du positif dans des combinaisons où des changemens chimiques peuvent s'effectuer. Ainsi, comme on le voit par les tables, pages 157 et 158, le zinc est positif à l'égard du fer, le fer, à l'égard du cuivre, le cuivre à l'égard de l'argent, et ainsi de suite, dans toutes les combinaisons où de l'oxigène peut être engagé avec le métal; cependant le cuivre est

positif

positif à l'égard du fer dans des menstrues composés qui contiennent du soufre, le pouvoir électrique se trouvant apparemment, dans tous les cas, en connexion avec le pouvoir de combinaison chimique.

Des cristaux d'acide oxalique étant touchés par de la chaux sèche donnent des signes d'électrisation, l'acide se montrant négatif et la chaux positive.

Tous les acides cristallisés sur lesquels j'ai fait des expériences rendent positives les plaques de métal avec lesquelles on les touche; et dans les combinaisons voltaïques construites en plaques ou arcs d'un seul métal, dont on a parlé page 158, le métal est négatif sur la face opposée à l'acide, et positif sur celle opposée à l'alcali.

Des corps qui antérieurement à leur action chimique les uns sur les autres manifestaient des effets électriques, perdent cette faculté pendant cette action. C'est ainsi qu'une plaque polie de zinc qu'on porte en contact avec la surface du mercure bien sec, et que l'on en sépare rapidement, se trouve positivement électrisée; et cet effet s'accroît par la chaleur. Cependant, si la plaque est assez échauffée pour s'amalgamer avec la surface du mercure, elle cesse de donner des signes d'électricité. Le cas est le même avec le cuivre et le soufre; et dans une combinaison électrique permanente, le fer, étant opposé au mercure, agit plus énergiquement que le zinc, ainsi que cela a lieu dans les expériences du colonel Haldane, sans doute à cause que, dans les circonstances ordinaires, le fer ne peut s'amalgamer avec ce métal. Lorsque dans une substance conductrice, susceptible de se combiner avec

l'oxigène, l'électricité positive se trouve renforcée ; cette substance attirera ce principe avec plus d'énergie d'un milieu qui est un conducteur imparfait ; et des métaux, tels que l'argent, qui dans leur état ordinaire n'exercent aucune action sur l'eau, enlèvent facilement l'oxigène à ce liquide lorsque, dans le cercle voltaïque, ils sont mis en communication avec le pôle positif ; et d'autres substances métalliques, telles que le zinc et le fer, qui agissent assez fortement sur l'eau pour la décomposer peu à peu, refusent d'en attirer l'oxigène, lorsque dans le cercle voltaïque elles sont négativement électrisées.

Les acides, qui à l'égard des alcalis, des métaux et des terres sont négatifs, se trouvent dans le cercle de la pile séparés d'avec ces corps à la surface positive ; et les alcalis, les métaux et les terres sont séparés d'avec les acides à la surface négative ; et tels sont les pouvoirs attractifs de ces surfaces que des acides sont transportés à travers des liqueurs alcalines, et des alcalis à travers des liqueurs acides, vers les surfaces où leur activité s'éteint. On peut facilement s'assurer de ces effets, en construisant une combinaison de trois petites coupes d'agathe (planche 4, fig. 20) ; dans l'une desquelles on met du sulfate de potasse, dans l'autre de l'acide nitrique affaibli, et dans la troisième de l'eau distillée. On établit la communication à l'aide d'une pièce d'asbeste mouillé par de l'eau pure ; on place les coupes de manière que la surface de l'acide se trouve plus bas que celle des liquides dans les deux autres coupes. En introduisant les fils de platine d'un appareil puissant dans les coupes extrêmes, la solution du sel étant positivement électrisée, il se fera

une décomposition, et au bout d'un certain temps une partie de la potasse se trouvera dissoute dans la coupe en contact avec le fil négatif, malgré que dans la coupe du milieu le liquide soit encore sensiblement acide.

Le fluide électrique agit dans la décomposition et la composition des corps en sa qualité naturelle et tout uniment en produisant des effets comme calorique. Comme tout engagement chimique existe par l'hydrogène qui, près de l'oxigène, s'est mis à la place du calorique, la resubstitution du calorique à l'hydrogène est ce qui fait cesser les engagemens. Pendant cet effet, l'adhérence entre les corps engagés est suspendue, et si l'un des corps n'est pas volatil, ou s'ils le sont tous deux au même degré, la séparation ne dure pas plus long-temps que l'échauffement, et soit que les corps séparés restent fixes, ou qu'ils se volatilisent, leur nouvelle union a lieu à mesure que le calorique substituant se retire. Dans le cas d'une séparation définitive, le calorique reste avec celui des corps près de l'oxigène duquel il s'est substitué à l'hydrogène de l'autre.

La pile possède une propriété qui est inhérente à son caractère de corps électriquement chargé, et qui n'est pas commune à nos autres moyens d'échauffement; c'est de faire arriver le corps près duquel la substitution de l'hydrogène à l'oxigène a eu lieu, et qui, en fixant à cet effet le fluide, devient électriquement soustrait, à l'extrémité de l'appareil où il y a excès de fluide, et l'autre corps, ou celui qui est substitué dans son hydrogène et qui, ne fixant pas de fluide, devient électriquement chargé, à l'extrémité où il y a défaut de fluide. Cet effet a lieu par un mécanisme d'atmosphère appliquée et à la manière de deux substances conductrices mobiles que de part et d'autre on approcherait, hors de distance d'explosion, d'un corps électriquement chargé. Dans la fermeture de la pile, le centre de l'arc conducteur devient le centre de la charge, et si le fluide n'est pas distrait pour un travail de chimie, il se repartit, comme sur le corps ou sur les élémens de l'appareil, en poles opposés; et un corps mobile se trouvant à ce centre, s'il était composé d'un conducteur parfait et d'un autre

imparfait, et qu'il pût être séparé sans que du fluide dût se fixer, pourvu qu'il fût meilleur conducteur que le milieu par lequel le cercle est établi, serait désuni, et son élément parfait conducteur transporterait vers le négatif l'état du pole positif, et celui imparfait conducteur transporterait vers le positif l'état du pole négatif, l'un en recevant l'état par application, et l'autre par pénétration; et si, après cet effet, les deux corps n'étaient pas déposés à l'ouverture du cercle, ils retransporteraient la charge dans les sens contraires.

Cependant, si le milieu par lequel la charge passe est aussi bon ou meilleur conducteur que l'un des élémens du corps tenu sur la limite des poles, celui-ci n'est pas désuni, parce que l'appareil n'a pas besoin de ses élémens pour transporter et rendre appliqués les états répandus. C'est pour cela qu'une charge de pile qui est transportée par un bon conducteur ne décompose pas, et que les moins bons conducteurs ne transportent qu'en se partageant en conducteur plus parfait et conducteur moins parfait. La polarité entre-pole de la pile s'établit comme sur des corps conducteurs qui n'auraient qu'une face. On ne voit pas comment de pareils effets pourraient être produits par une force immatérielle ou une simple action de mouvement communiqué; mais le fluide a en faveur de sa matérialité les déchirures qu'il opère sur les substances non-conductrices qui s'opposent à son passage.

La pile, qui est génératrice et réparatrice de sa propre charge et dont l'état électrique n'a aucun rapport avec celui du sol, a peu de tension dans son fluide, et, à raison de sa facilité de réparer sa charge, elle la laisse plus facilement enlever; c'est ce qui lui donne son grand pouvoir de décomposition. De l'oxigène dépose sur son corps du calorique, qu'entre ses pôles d'autre oxigène reprend et réengage.

La pile, comme je l'ai déjà dit, n'opère par son fluide que des décompositions en principes prochains, et celles en principes éloignés, elle les opère à l'aide de l'hydrogène de l'eau qu'à cet effet elle résout en ses élémens, lesquels sont à-la-fois prochains et éloignés. On sait par quel mécanisme l'hydrogène réduit et l'oxigène oxide et plusoxide. L'eau surhydrogénée des corps est pro-

portionnée dans son rapport ordinaire, et déplacée par l'hydrogène, et celle suroxigénée est déplacée par l'hydrogène dans son excès de calorique, et ensuite substituée par le même principe; et les corps simplement oxidables sont plusoxidés par l'oxigène, et rendus immédiatement réductibles par l'hydrogène, et sous-oxidables par le feu, ou détonnans.

C'est au proportionnement de l'eau dans son rapport ordinaire par le fluide de la pile qu'est dû la facilité avec laquelle l'hydrogène, qui est séparé par cet appareil, réduit; car il n'y a que de la pareille eau qui puisse être déplacée d'avec un oxide, et sans l'adjonction du fluide à l'hydrogène: un corps, pour être réduit au pole négatif de la pile, devrait être échauffé au rouge, comme dans les réductions par l'hydrogène, d'après la méthode de Chaussier. Cela provient de ce que l'eau, comme composé ternaire, ne peut, sans être engagée avec un autre corps, exister dans plus d'une proportion.

La nécessité de cette décomposition a fait dire que l'eau et les corps humectés ou dissous sont les seuls conducteurs du fluide de la pile.

Les expériences de Chaussier ont préludé à l'action merveilleuse de la pile, en faisant, comme cet appareil, concourir à-la-fois à l'œuvre de la réduction, et l'hydrogène encore réduit, et le calorique dégagé de l'oxigène par ce principe en combustion. On dit: l'eau oxide un corps que l'hydrogène réduit, dans le premier cas, par l'absence de l'hydrogène, et dans le second cas, par l'absence de l'eau; mais dans les réductions de Chaussier l'eau est dirigée sur l'oxide conjointement avec l'hydrogène rouge, et cependant son oxidation ne peut se maintenir. C'est donc au calorique seul qui suspend l'affinité entre l'hydrogène sursaturant l'eau, et ce liquide, qu'est dû l'avantage que l'hydr[illegible]ne acquiert sur lui pour se combiner avec le corps.

L'oxigène séparé de l'eau arrive au pole auquel il se rapporte, non point déjà gazifié, mais portant en faux engagement tout le fluide nécessaire pour le devenir, et il le devient lorsque des corps, placés au pole, ne lui offrent pas de combinaison à contracter. Dans

ce cas, le pole ne reçoit aucun fluide en retour, puisque celui-ci reste engagé pour la gazification de l'oxigène, tandis que dans le cas où l'oxigène s'engage, il reprend du fluide dans le rapport que l'oxigène devient davantage déplacé dans son calorique. C'est ce que les oxidations, sans dégagement de calorique, qui ont lieu au pole positif, auraient dû, ce me semble, indiquer avant que j'eusse été obligé d'en faire la remarque.

L'oxidation et subséquemment la plusoxidation des métaux réductibles par le feu, que l'oxigène transporté opère avant qu'il ait vraiment engagé le fluide et tandis qu'il peut encore en transmettre, fait voir son état de faux engagement avec l'électricité. Les belles cristallisations d'oxides plusoxidés d'argent, d'or et de platine, que Ritter a le premier produites, et d'avec lesquelles les acides déplacent l'oxigène de plusoxidation de la même manière qu'ils le déplacent d'avec l'oxide plusoxidé de manganèse, et comme, d'avec les oxides solubles ils déplaceraient l'oxigène et l'eau, ne laissent subsister aucune incertitude à cet égard. De son côté, l'hydrogène conduit par l'électricité qui le condense s'engage volontiers, au moment de s'en séparer, en plushydrogénation avec les métaux acidifiables réduits, et avec le tellure non encore reconnu acidifiable, mais qui, après son hydrogénation, se comporte comme combustible de cette qualité.

Les métaux hydrogénés se cristallisent comme les oxides suroxidés, à cause qu'ils le sont par le second principe de l'eau, laquelle est plusoxidante par sa substance et par ses élémens.

Je ne répéterai pas qu'il n'existe d'autre engagement chimique qu'entre l'oxigène et l'hydrogène, et que le calorique, par son affinité avec le premier de ces corps, peut seul en séparer le dernier ; tout engagement primitif est d'oxidation et se fait entre l'oxigène et l'hydrogène, et les autres sont de plushydrogénation ou de plusoxigénation, les premiers ayant lieu d'hydrogène à métal, ou de métal à métal ; et les seconds d'oxigène à oxide. La plushydrogénation comme la plusoxigénation des combustibles acidifiables et de l'acide sec oxigéné sont, comme l'hydratation, des engagemens surcomposés. Les acides sont des corps plusoxidés par

l'eau et forment, des sels composés d'un oxide ou d'un acide sec et d'eau ; leur goût et leur action sur les couleurs bleues végétales, ou leurs qualités physiques, sont dus à l'engagement des oxides ou des acides, qui en font la base avec l'eau. Les alcalis et les terres alcalines, dans leur état sec, sont également privés de goût, et sont incapables de verdir les couleurs bleues végétales. Leur sapidité, à l'état de plusoxidation par l'eau, doit de même les faire envisager comme sels, et ce n'est qu'à la plusoxidation des oxides par les acides, et à leur subséquente surplusoxidation par l'eau, que les sels proprement dits doivent leur sapidité. Si les acides n'étaient point des sels ou des corps plusoxidés par l'eau, leur solution dans ce liquide n'exciterait point du froid.

L'eau, pour s'unir en plusoxidation avec un oxide soluble plusoxidé par de l'oxigène, doit se déplusoxider dans ce principe ; un oxide insoluble plusoxigéné ne peut se combiner avec un acide sans que son plusoxigénant ne soit déposé ; et un oxide hydraté ou hydrogéno-plusoxigéné ne peut contracter le même engagement sans que l'eau d'hydratation ne s'en retire. Les acides déposent également cette eau lorsqu'ils s'engagent avec les oxides, mais presque toujours elle est réangagée en plusoxidant du sel.

Dans l'attouchement entre deux corps d'où résulte un état d'électrisation, le corps le plus hydrogéné est positif, et le corps le plus oxidé, ou celui le moins hydrogéné, est négatif. La chaux se charge électriquement aux dépens de l'acide oxalique avec lequel il est mis en contact ; les métaux se chargent aussi aux dépens d'un acide quelconque, et dans l'appareil monométallique l'alcali est positif et l'acide négatif. Le corps le plus oxidable, qui est aussi le plus hydrogéné, est toujours celui sur lequel la charge positive s'applique, à cause qu'il est le meilleur conducteur.

Le mercure qui se solidifie en s'unissant, dans un certain rapport, avec le zinc, dépose du calorique spécifique, lequel, trouvant de suite à s'appliquer, se tend en électricité ; et comme l'amalgame solide est intrinséquement davantage hydrogéné que le mercure, c'est celui-ci qui devient négatif. Une certaine chaleur favorise cet effet parce que le calorique peut tendre ou élastifier sa propre matière comme il tend ou élastifie les autres corps.

L'addition de substance produit ici le même effet que la concentration par réduction de volume; cependant, une plus forte chaleur faisant dissoudre le zinc dans le mercure détermine la reprise en calorique spécifique de celui déjà tendu en électricité, et le zinc, qui à l'état concret et cristallisable n'était que plushydrogéné, devient dissout par l'addition de la chaleur tout comme le devient un sel qui est fondu au feu; et le même hydrogène, qui était de plushydrogénation, devient de solution. Ce n'est que dans les corps réduits que le changement de forme combine et décombine le calorique; dans ceux oxidés, cet effet a une toute autre cause. Le fer qui s'engage en sursulfure déplace d'avec l'acide sec du soufre infiniment moins de calorique que celui dont l'engagement se fait en sulfure simple, par la double raison qu'avec moins de fer l'acide sec est moins surcombiné d'hydrogène, et que le métal, qui dans la plus grande proportion n'est que plushydrogéné par l'hydrogène du soufre, dans la plus petite en est hydrogénement dissout.

Nous avons vu que la cause de l'oxidabilité, sous la pile, des métaux réductibles par le feu, dépend de ce qu'ils trouvent l'oxigène convenablement proportionné de calorique pour la nature de l'engagement qu'ils contractent avec lui; et si cet engagement ne peut avoir lieu dans le cours ordinaire des choses, c'est que les oxigènes dont nous pouvons disposer sont, ou trop condensés, comme dans l'eau et les oxides, ou trop peu, comme dans le gaz oxigène; et que l'affinité de ces corps, si l'on en excepte celle du mercure, est trop faible pour déplacer ce principe d'avec sa combinaison saturée avec le calorique, et que, des autres combinaisons, ces corps ne sauraient le reprendre sans que du calorique électriquement tendu ne fût ajouté; aussi ne sont-ce pas les métaux réductibles par le feu qui, en s'oxidant par la pile, décomposent l'eau, mais bien le fluide électrique; et il en est ainsi de tous les autres corps que le même liquide oxide à l'aide de cet appareil.

30. Tels sont les pouvoirs décomposans de l'électricité, que des composés insolubles ne sont pas même capables de résister à leur énergie, car jusqu'au verre, au sulfate de baryte, au spathfluor, etc., lorqu'après les avoir humec-

tés on les met en contact avec les surfaces électrisées de l'appareil voltaïque, éprouvent une action lente ; et les alcalis, comme les terres et les acides qui composent ces corps, sont transportés vers les pôles dans l'ordre accoutumé. Il n'existe point d'aggrégé assez solide, ni de composé assez ferme, qui ne doive céder à ce mode de réagir sur sa composition. Les effets de l'électricité voltaïque sont lents, mais son efficacité est sure, et tôt ou tard on parvient, par son moyen, à réduire les corps sous des formes de matière plus simples.

31. C'est par une conséquence des phénomènes de la décomposition électrique dans laquelle les métaux, les combustibles acidifiables, les alcalis, les terres et les oxides sont transportés vers la surface négative, et l'oxigène, la chlorine et les acides, vers la surface positive, qu'on avait conçu, il y a quelque temps, que plusieurs substances, telles que la potasse, la soude et l'acide muriatique, pouvaient être formées d'eau pure par le moyen de l électricité. L'examen strict des circonstances sous lesquelles ces corps sont produits, me conduisit à découvrir que dans tous les cas elles provenaient des vaisseaux ou de quelques impuretés dans l'eau, et me mit à-même de déterminer les principes généraux de la décomposition électrique, et d'appliquer l'activité de ce pouvoir à résoudre en leurs élémens un certain nombre de substances dont la nature était restée jusqu'alors ignorée.

On savait, par les expériences de Giobert et d'autres physiciens, que le fluide en circulation transporte de dessus le corps de la pile et dépose entre ses poles les élémens des sels qui alimentent son activité. C'est ainsi que l'acide muriatique que Pacchiani avait cru formé d'eau qui sous

la pile prenait un degré différent d'oxigénation, était l'acide des sels dont le liquide d'interposition est ordinairement chargé; et l'alcali est toujours de la soude lorsqu'on opère avec du sel commun; et il ne s'en recueille point quand on opère avec du muriate d'ammoniaque, dont la base se volatilise. Il y a encore ici ce rapport de l'action sur le corps avec celui entre les poles, que le corps négativement excité reste plus adhérent à la charge de l'appareil que celui positif, puisque l'acide muriatique qui est également volatil ne peut s'évaporer; en employant de l'eau très-pure et des corps d'imprégnation exempts de sels, on n'obtient aucun produit acide ou alcalin.

C'est à l'occasion de ces expériences que j'ai reconnu que les poles interposés de muriate de chaux ont une charge faible, mais en quelque sorte perpétuelle, sans doute à cause de la propriété déliquescente de ce sel. La faiblesse de la charge dépend de la grande quantité de calorique qu'exige la déposition de son eau.

31. Le rapport entre les phénomènes électriques et les changemens chimiques est également manifeste dans les phénomènes généraux de la batterie. Les combinaisons voltaïques les plus puissantes sont formées de substances qui agissent les unes sur les autres avec la plus grande énergie chimique; et les corps qui s'unissent sans éprouver de changement chimique ne développent aucun pouvoir électrique. C'est ainsi que du zinc, du cuivre et de l'acide nitrique forment une batterie puissante, tandis que des séries du même nombre d'argent, d'or et d'eau, qui n'exercent les uns sur les autres aucune action chimique, ne produisent aucun effet dont on puisse s'appercevoir. Ces circonstances conduisirent, au temps des premières recherches sur les pouvoirs électriques des métaux, quelques physiciens à supposer que ces pouvoirs étaient entièrement le résultat des changemens chimiques; que comme, dans des circonstances ordinaires, de la chaleur est

produite pendant cette action, dans d'autres circonstances il se produit de l'électricité. Un grand nombre de phénomènes s'accorde avec cette idée, et quelques ingénieux observateurs l'adoptèrent dans un sens si étendu, qu'ils prétendirent que, dans tous les cas, l'électricité était due à cette cause.

Cette généralisation, soit qu'elle s'applique à l'électricité voltaïque ou à celle ordinaire, semble toutefois être incorrecte. Du zinc et du cuivre, différens métaux et de l'acide oxalique, différens métaux et du soufre ou du charbon, manifestent, comme il a déjà été dit, des effets électriques par le simple contact, et cela dans des cas où le plus léger changement chimique ne peut être remarqué; et lorsque dans ces expériences des phénomènes chimiques sont produits par l'action des menstrues, tout effet électrique cesse à l'instant; et il serait contraire aux règles de la saine philosophie d'admettre, pour expliquer un effet, une cause dont l'existence ne peut être apperçue.

On a supposé que l'action de la machine électrique ordinaire dépendait de l'oxidation de l'amalgame; mais ayant monté une petite machine électrique dans un vase de verre, de manière à pouvoir la faire tourner dans toute espèce de gaz, j'ai trouvé qu'elle agissait dans le gaz hydrogène; et davantage dans le gaz acide carbonique que dans l'air atmosphérique, sans doute à cause de la plus grande densité de ce gaz. L'expérience fut plusieurs fois répétée sous différentes circonstances et toujours avec des résultats uniformes; de sorte qu'on peut la regarder comme décisive dans cette question importante.

Dans la décomposition des sels ou d'un corps quelconque en ses principes prochains, laquelle est toujours une décomposition saline, l'hydrogène de l'eau décomposée paraît se surcombiner à l'oxide ou s'attacher à ce corps, par une tendance à en opérer la réduction; et l'oxigène paraît s'attacher à l'acide par un simple effet d'accompagnement. Toute matière est réduite en ces deux espèces de corps, et il est peu de substances végétales ou animales dont on ne continue de retirer ces deux composans, même après deux et trois décompositions : de sorte que ces substances, dans leurs engagemens les plus simples, semblent être des composés oxidinules ou acidinules, composables en sels neutres, dans lesquels l'hydrogène sous-saturé de l'oxide et de l'acide peut encore être saturé par l'oxigène sous-calorique d'un autre acide. Dans les expériences sur ces corps on ne doit agir que par des piles peu actives à cause de l'état d'organisation par l'eau, qui fait l'essence de ces corps et que des piles fortes détruiraient. Des recherches, d'après cette méthode d'analyser les substances organisées, ne peuvent manquer de faire connaître, et de nouveaux oxides, et de nouveaux acides, et de nouveaux sels. L'hydrogène rend tous les corps momentanément gazeux, comme l'oxigène les rend momentanément liquides. Ce doit être un fait extraordinaire pour ceux qui n'ont pas encore adopté les derniers principes, que le gaz hydrogène, que l'on considérait comme le corps jouissant de la plus grande affinité avec le calorique, se laisse condenser par l'électricité, et que ce principe seul et par lui les métaux, qui exclusivement le contiennent réduit, ne s'opposent point à son application ni à son libre mouvement : c'est cependant ce qui arrive sous l'influence des états opposés de la pile, et l'on ne peut concevoir que l'électricité dissouderait comme chaleur les corps qu'elle transporte; car, sous cette modification, elle aurait perdu toute vitesse translative; et ayant cessé d'être du fluide électrique, elle ne pourrait plus se transporter vers un état électriquement soustrait, mais devrait à l'instant se mettre en exercice de ses fonctions nouvelles, et ne pourrait plus agir que dans les ruptures d'équilibre ou en qualité de calorique thermométrique.

Les corps que l'électricité transporte, étant accompagnés de l'agent de leur désunion, ne peuvent, en rencontrant d'autres corps, s'y unir, et doivent attendre que cet agent, à l'arrivée au pôle, les quitte pour pouvoir contracter de nouveau un engagement. L'hydrogène et les corps

relativement plus hydrogénés portent en application une matière que l'oxigène leur préfère, et ce n'est qu'après la reprise du fluide, par le métal du pôle, que l'hydrogène peut se dégager ou que les corps hydrogénés sont déposés ; et c'est en vertu du double engagement, d'un côté, du fluide avec l'eau du corps oxidé, et, de l'autre côté, de l'hydrogène avec la base de ce corps, que les réductions ont lieu, parce qu'on appelle le négatif de la pile ; et l'oxigène qui, dans son transport, est saturé, à peu de chose près, de fluide électrique ne peut exercer dans cet état d'autre affinité ; et si, à son pole, il se combine aisément avec les combustibles et avec les oxides, ce n'est qu'en transmettant à la face réduite du métal le fluide en excès à la nature de l'engagement qu'il contracte, après [illegible] complété aux dépens du pole, de ce même agent, jusqu'à sa [illegible]tion en gaz ; à quoi l'on doit ajouter la force de transférement des états en explosion.

Pour bien concevoir les effets réductifs de la pile, on doit tenir en vue que tout corps désoxidable est nécessairement, ou un acide plusoxidé par de l'eau, c'est-à-dire un acide sec, qui est de la base primitive unie à de l'eau, avec léger excès d'hydrogène et formant ainsi proprement un oxide très-saturé d'oxigène, qui dans l'état où nous pouvons l'obtenir est nécessairement, ou plusoxidé par de l'eau oxigénée en vertu d'un défaut de calorique, ou hydrogéné en combustible acidifiable par oxigénation, ou plusoxigéné en comburant acidifiable par hydrogénation ; où le corps désoxidable est un oxide, et alors, ou un combustible acidifiable, incomplétement saturé dans son hydrogène de plushydrogénation, ou un métal saturé dans une partie seulement de son hydrogène propre ; et ce dernier oxide est par conséquent de la base primitive combinée, partie à de l'hydrogène, et partie à de l'eau oxigénée par défaut de calorique, mais qui dans cet engagement devient fortement surhydrogéné. L'action que la pile trouve à exercer sur de pareils corps, consiste donc à saturer de-nouveau de calorique, jusqu'à degré de sa séparabilité hors de combinaison, l'eau surhydrogénée, afin que l'hydrogène, que son fluide transporte, puisse s'y substituer ; ce qui fait, pour les acides ordinaires, des acides secs *plus* de l'hydrogène en remplacement de leur eau ; et pour les oxides des combustibles acidifiables, de l'acide sec *plus* l'hydrogène déjà préexistant, et *plus* celui ajouté en remplacement de l'eau ; comme pour ceux des métaux, cela fait de la base primitive

plus la portion d'hydrogène non saturée et *plus* celle ajoutée, également à la place de l'eau.

On voit, d'après cela, que l'acide muriatique ne doit pas plus être exempt de réductibilité ou de substitution d'hydrogène de plushydrogénation à son eau de plusoxidation que les autres acides; et il ne serait pas étonnant que très-prochainement on parvint au pole négatif de la pile à réduire en combustible acidifiable l'acide muriatique, au milieu même de son eau de solution, comme au milieu de la même eau on est parvenu à réduire l'ammonique en métal. Il faudrait seulement que la pile fût assez active pour défendre son résultat contre la tendance replusoxidante de l'eau, laquelle tendance est l'antagoniste de son procédé actif q[illegible] l'hydrogénation, l'oxidation étant pour elle un effet passif. Cette réduction de l'ammoniaque démontre parfaitement la manière dont le fluide électrique garantit de combinaison les corps qu'il transporte, et leur fait traverser des milieux avec lesquels ils ont d'ailleurs la plus grande affinité, le fluide présent et dont de nouvelles quantités se succèdent sans cesse les soustrayant à toute attaque de la part de l'oxigène de l'eau qu'il empêche de déposer du calorique à l'effet do pouvoir entrer en engagement. Le métal est d'ailleurs entouré d'hydrogène comme de calorique, lequel hydrogène est le second agent de sa réduction et l'élément de son état métallique.

L'hydrogénation de l'acide muriatique au pole négatif de la pile ne doit rien présenter de plus extraordinaire que son oxigénation au pole positif; et toute la différence consiste en ce que, au premier pole, l'eau de plusoxidation serait remplacée par un de ses élémens, comme à l'autre pole elle l'est par l'autre élément; on est forcé de convenir que dans la décomposition de l'acide muriatique oxigéné par l'eau, ce liquide se substitue à l'oxigène pendant que le fluide électrique, la lumière du soleil ou du feu rouge achèvent de gazifier celui-ci, et l'on refuserait d'admettre, lorsque de l'eau acidifie un combustible acidifiable, que ce liquide se substitue à l'hydrogène près de l'acide sec, qui se proportionne en même-temps de calorique en raison de la perte de son hydrogène! Le motif cependant de la substitution est plus légitime dans ce cas, le calorique pouvant enlever de l'oxigène uni à un acide, près du-

quel il se substitue à de l'hydrogène, mais point celui-ci avec lequel il ne contracte aucune combinaison, et qui est même opposé à ses affinités. Je le répète, ce n'est pas en enlevant de l'oxigène à l'acide muriatique oxigéné, mais en substituant de l'hydrogène à l'eau de l'acide muriatique simple, que l'on parviendra à réduire ce corps, à cause que le premier acide, *moins* de l'oxigène, serait de l'acide sec, qui n'a point d'existence incombinée et pour lequel l'oxigène est de surcombinaison ou de plus-oxidation ; mais le second, *plus* de l'hydrogène et *moins* de l'eau, serait ce même acide assuré dans son existence par de l'hydrogène, comme il peut l'être par de l'oxigène et par de l'eau, ou un combustible que l'oxidation de son hydrogène en eau, acidifie comme l'acide oxigéné est acidifié par l'hydrogénation de son oxigène en ce même liquide.

Quant à la conversion de la matière de la chaleur en celle de l'électricité, je ne pense pas qu'à cet égard, comme à l'égard de la conversion de l'électricité et de la chaleur en lumière, et *vice versâ*, suivant les circonstances tendantes et distendantes, il puisse subsister du doute après les motifs que j'ai rapportés dans mon *Electricité* et dans ma *Théorie de la Combustion* ; mais que, dans tous les cas, l'électricité soit due à la chaleur, ou que cette modification soit toujours actuellement formée, cette idée est contraire aux faits ; car bien certainement ce ne sont pas les corps les plus chauds, ni ceux qui, pendant leur changement de forme, déposent le plus de calorique, dont l'emploi, comme moyen frottant, fournit le plus d'électricité ; l'opposé même arrive dans le plus grand nombre des cas.

Tout porte à croire que le fluide électrique est provenu de la prise en application conductrice, de la lumière sous-tendue du soleil, et que cet astre entretient au complet, sur le globe, la quantité naturelle de ce fluide en réparation de ce qui sans cesse en est distrait par la décomposition, et seulement dans le rapport de la distraction, à cause de la résistance que le ressort du fluide doit opposer à son augmentation.

La modification lumineuse offre le calorique à son plus haut degré de tension ; celle électrique constitue une tension intermédiaire,

et la chaleur est la modification la moins tendue. En ne faisant attention qu'à la manière constante dont l'électricité se résout en ces deux modifications, on pourrait rigoureusement la considérer comme un mélange de lumière et de chaleur; cependant, on peut aussi-bien dire que sa tension particulière et moyenne se partage en partie plus tendue qui est la lumière, et partie moins tendue qui est la chaleur; ce qui lui arrive chaque fois qu'elle est mise hors d'application, tout comme la lumière devient chaleur dès qu'on l'empêche de se mouvoir, et électricité, quand l'obstacle à son mouvement n'en est pas un à la conduction électrique. Ceci est pour le calorique qui se meut librement sous une de ses trois formes, ou qui est incombiné lorsqu'il est lumière, et combiné seulement par adhérence lorsqu'il est électricité ou chaleur. Les caloriques combinés en gaz oxigène, en eau, en oxides, en corps liquides et en fluides élastiques, comme en engagemens de chaleur spécifique, etc. forment sans doute autant de tensions différentes, que ces corps et leurs états sont diversifiés.

La lumière qui est transformée en chaleur et qui ne peut être assimilée par l'air, comme celle qui est réfléchie dans l'espace, et l'électricité qui, dans l'atmosphère, se décompose, retournent vers le soleil qui est le centre de la gravité du calorique où il est lumineusement retendu. C'est à cette circulation continuelle du calorique entre le soleil et la terre qu'est dû que la température de celle-ci reste à-peu-près uniforme, et qu'après tant de siècles d'émission de calorique, le soleil n'est pas plus changé de force échauffante et éclairante, que la terre de température; ce qui ne permet pas d'admettre que le calorique, qu'on le considère comme matière ou comme force, s'évanouisse sur le globe, ou de supposer qu'il s'y accumule sans être altéré.

Un appareil ordinaire, mis hors de communication avec l'atmosphère, charge davantage pendant les premiers momens, à cause que le fluide n'est point assimilé par de l'air qui est soustrait aux influences qui l'organisent; mais bientôt après l'obstacle au développement de l'atmosphère fixante en oppose un à la charge, et cette atmosphère elle-même devient chargée par interposition; et dès-lors toute accumulation ultérieure doit venir à cesser; dans le gaz acide carbonique

carbonique, la charge est plus considérable que dans l'air libre, par le motif ci-dessus allégué, et ensuite à cause de la capacité qui croît en raison de la densité de l'état fixant, lequel est lui-même en rapport avec la densité du corps recevant l'état ou dans lequel il s'excite, comme le démontre la différence entre la charge du collecteur où cet excitement se fait dans l'air, et celle du tableau armé où il a lieu dans le verre.

33. Des effets électriques sont produits par les mêmes corps agissans comme masses, qui, agissans par leurs particules, produisent des phénomènes chimiques. C'est pourquoi il n'est pas improbable que la cause primaire des deux effets soit la même, et que le même arrangement de la matière ou les mêmes pouvoirs attractifs qui mettent les corps dans les rapports du positif et du négatif, c'est-à-dire, qui les rendent capables de s'attirer électriquement et de communiquer des pouvoirs attractifs à d'autre matière, puissent également rendre leurs particules attractives et en état de se combiner, lorsque ces particules jouissent du libre mouvement.

Ce n'est pas peu en faveur de cette hypothèse, que de la chaleur, et quelquefois de la chaleur et de la lumière, résultent de l'exercice des pouvoirs attractifs chimiques, et que des corps qui à leur contact se trouvent dans le rapport du positif envers d'autres corps, étant rendus encore plus positifs, acquièrent un accroissement dans leur pouvoir de combinaison, ainsi qu'il l'a été dit page 194; comme aussi, lorsqu'ils sont mis dans un état qui correspond à l'état électrique négatif, leur pouvoir de combinaison est détruite. Il est également favorable à la même supposition, que des acides peuvent être détachés des alcalis, et l'oxigène et

la chlorine, des corps inflammables, par des substances métalliques ou par un menstrue liquide fortement positif.

34. Ces vues sur la possibilité que les actions électrique et chimique dépendent de la même cause ont été très-mal interprétées. On a supposé que j'en tirais la conséquence que les changemens chimiques sont occasionnés par les changemens électriques; or, rien n'est plus éloigné de l'hypothèse que j'ai émise; ces changemens sont au contraire regardés comme des phénomènes *distincts*, mais produits par *les mêmes pouvoirs*, agissant dans un cas, sur des masses, et dans l'autre cas, sur des particules. On a tâché de renverser cette hypothèse par des expériences qui sont loin d'être satisfaisantes, et dont quelques-unes ne sont avec elle dans aucun rapport. On a objecté que des acides rendus positifs par les appareils ordinaires, ne s'en combinaient pas moins bien avec les alcalis, et qu'on peut obtenir d'autres résultats contradictoires; mais un acide qui n'est pas conducteur, quoiqu'il soit mis en contact avec une surface rendue positive par la machine ordinaire, n'en devient pas entièrement positif, mais il acquiert une électricité polaire qui s'étend seulement à une certaine profondeur dans les cristaux; et la surface extérieure est négative si le corps est entièrement électrique. En conduisant dans une solution acide un fil de métal positivement électrisé par la machine ordinaire, cette solution, si elle est généralement affectée, et qu'on la fasse réagir sur une autre solution, sera négative aux endroits où elle éprouve l'action, c'est-à-dire, qu'elle sera positive proche du fil, mais dans l'état opposé envers

une autre surface. D'ailleurs, l'électricité des machines, dans le mode ordinaire de son application, est en quantité trop faible pour pouvoir déterminer des changemens chimiques; car une machine très-puissante, et agissant sur une surface très-étroite, est requise pour produire une décomposition polaire tant soit peu sensible sur les corps.

— MM. Oersted et Berzelius ont émis, à l'égard de la cause des phénomènes chimiques et de son identité avec celle des phénomènes électriques, des opinions qui ont beaucoup de rapport avec celle de l'auteur, et dont nous allons exposer une esquisse.

M. Oersted regarde les phénomènes de l'électricité, du galvanisme, du magnétisme, de la chaleur, de la lumière et des affinités chimiques, comme tous dépendans de la même force; et par la considération de la plupart des faits connus, il fait voir que les mêmes causes qui dans un cas produisent des actions électriques, dans l'autre cas en produisent de chimiques.

Il appelle positive l'une des deux forces d'où résultent ces actions, et négative l'autre force; ces forces se sont donc opposées, et peuvent, par leur mise en rapport, se suspendre ou s'entredétruire.

La chaleur est produite par l'extinction des deux forces, soit dans les procédés électriques, soit dans les opérations chimiques, et l'on peut également concevoir que la lumière terrestre dérive de la même cause.

Les acides, qui sont attirés par le même pôle de la

pile que l'oxigène, sont animés des mêmes forces que ce principe; et les alcalis, qui le sont par le pôle qui attire les corps combustibles, sont animés par des forces opposées. C'est ce qui depuis long-temps avait conduit Winterl à confondre l'oxigène avec les acides et les corps combustibles avec les alcalis. L'auteur partage en deux séries différentes les corps brûlés et ceux non brûlés, d'après l'observation que les corps d'une série ne se combinent pas immédiatement avec ceux de l'autre, excepté le soufre et le phosphore qui se combinent avec les métaux et avec les alcalis, et que, par cette raison, on doit regarder comme des corps de *transition* de la première série à la seconde. On peut dans ces séries distribuer les corps dans un ordre qui imite celui d'une série arithmétique. Si, par exemple, on ouvre la série des corps non brûlés, par les corps les plus combustibles, tels que l'hydrogène, l'ammoniaque, le potassion, etc., et qu'on la continue jusqu'aux métaux les moins combustibles, tels que le platine, le rhodion, l'iridion; en voulant continuer cette série, on est naturellement conduit à l'idée d'un corps absolument incombustible. Or, le corps non brûlé, qui seul peut se trouver dans ce cas, est nécessairement celui qui possède au plus haut degré la propriété antagoniste de la combustibilité, et qui, par l'effet de l'attraction qui existe entre lui et les corps combustibles, produit la plus forte action, qui est celle de la combustion. Dans l'état actuel de nos connaissances, ce corps est l'oxigène.

Entre l'oxigène et l'iridion, l'auteur place le carbone, le phosphore et le soufre. Ce dernier, quoique la chaleur le fasse passer à l'état de combustible, doit être considéré comme un corps négatif.

Les corps brûlés forment une série semblable, laquelle commence par les alcalis les plus énergiques, passe à ceux de plus en plus faibles, jusqu'aux corps, tels que l'alumine, où cette propriété est contrebalancée par celle antagoniste ayant la même force; viennent ensuite les corps d'une acidité prédominante, laquelle d'abord faible dans les corps les plus voisins du point d'équilibre, devient d'une activité extrême dans les corps les plus éloignés de ce point. On voit que chaque série commence par une certaine somme d'une propriété qui diminue ensuite comme dans une série arithmétique, et finit par laisser les corps sous la propriété opposée.

Deux corps qui appartiennent aux extrémités opposées d'une série se combinent avec une très-grande force; mais l'énergie même de cette action semble changer leur état, puisque le produit de la combinaison cesse d'appartenir à la même série d'affinités. Le composé d'oxigène et d'un corps combustible passé dans la série des corps brûlés, comme le fait aussi celui d'hydrogène et de soufre, de tellure, et sans doute de plusieurs autres corps. Le composé d'un acide et d'un alcali n'appartient plus à la série des corps brûlés, mais à celle des sels. Au contraire, la combinaison entre deux corps dont la combustibilité ne soit pas trop différente, comme entre deux acides ou entre deux alcalis, donnent des composés qui ne sortent pas de la série.

Cette loi embrasse tous les corps ayant les mêmes forces prépondérantes, sans que cependant ces corps puissent être confondus. Elle présente, dit l'auteur,

sous une expression simple, cette vérité, que la même force peut exister dans un état si différent que toute son attraction pour la force opposée ne suffit pas pour déterminer les corps à la combinaison. Les deux états les plus différens se trouvent dans les corps non brûlés et dans ceux brûlés. Le troisième état est dans les sels neutres; mais celui-ci ressemble beaucoup à l'état dans les corps brûlés, lesquels se rapprochent sensiblement du point d'équilibre. Ainsi, la combustibilité est la prépondérance de la force positive dans un état particulier que l'auteur appèle *état des corps non brûlés* ou de la première classe. L'alcalinité présente la même force, mais dans un état différent, que l'auteur appèle *état des corps brûlés* ou de la seconde classe. On ne connaît pas, dit M. Oersted, la nature de cette différence; mais l'on sait qu'elle existe, et que les forces sont dans un état plus libre dans la première que dans la seconde.

On comprend mieux d'après cela, dit encore l'auteur, les effets de la combustion. On sait que cette opération donne tantôt des produits acides, tantôt des produits alcalins, et d'autres fois des produits indifférens ou dans un état moyen. Par sa combinaison avec l'oxigène, la force positive du corps perd en partie ou en entier sa liberté, et passe à l'état des corps de la seconde classe, et la même chose arrive à la force négative de l'oxigène. Si le corps est combustible à un haut degré, et qu'il ne se combine point avec trop d'oxigène, la force positive conserve encore de la prépondérance, et le corps est alcalin. Si au contraire le corps est peu combustible et qu'il se combine avec beaucoup d'oxigène, la force négative reste prépondérante, et le corps est acide.

Dans les corps qui sont oxigénés, il se trouve nécessairement un corps combustible et de l'oxigène, l'un et l'autre dans l'état de la seconde classe; d'où l'on doit conclure que ces corps réunissent les deux propriétés, alcaline et acide, dont l'une est souvent rendue insensible par l'autre. Cependant, dans un grand nombre d'autres combinaisons, une propriété subsiste à côté de l'autre, comme dans les oxides de plomb, de cuivre, etc.; dans quelques corps, on trouve la force positive ou celle négative dans les deux états à-la-fois, comme cela arrive, pour la première force, dans l'ammoniaque, et pour la seconde, dans les acides nitrique et muriatique oxigéné, et autres corps; ce qui est l'effet naturel d'une combinaison, ou faible, ou loin de la saturation, par laquelle une force est réduite à un état inférieur. Dans la combinaison du tellure avec l'hydrogène, la force négative du métal est assez changée par la force positive de l'hydrogène pour qu'il en résulte un état d'acidité. La force positive contenue, soit dans l'hydrogène, soit dans le tellure, n'a pas souffert assez de changement pour parvenir à l'état acide; c'est pourquoi on trouve dans le tellure hydrogéné une combustibilité très-forte à côté d'une acidité très-prononcée.

L'intensité d'un alcali dépend de la prépondérance de la force positive; la capacité pour les acides dépend de la dépression que cette force a soufferte par la force opposée (dans les oxides, de la quantité de l'oxigène). Dans les acides, l'intensité dépend de la prépondérance de la force négative, la capacité, de la dépression de cette force (de la quantité de la base combustible, multipliée par la force positive). L'au-

teur observe toutefois que ce dernier principe semble avoir contre lui quelques expériences qui auraient besoin d'être soumises à un nouvel examen.

L'ensemble des actions chimiques s'explique donc par les deux mêmes forces qui se trouvent dans tous les corps, tantôt en équilibre et tantôt l'une en excès à l'autre. L'effet des combinaisons, qui sont toutes produites par des forces opposées, est une condensation; chacune des forces est donc en elle-même expansive ou répulsive, et seulement attractive par rapport à la force opposée; en d'autres mots, les forces chimiques, si on pouvait les rendres libres, devraient agir de la même manière que les forces électriques. L'existence de ces forces dans les corps est rendue sensible par la chaîne galvanique, où il s'en opère un véritable détachement.

L'auteur fait la remarque que les forces électriques doivent être considérées comme des forces universelles et communes à tous les corps, puisque tous, sans exception, et sans jamais s'épuiser de cette propriété, deviennent électriques par distribution, lorsqu'ils sont approchés d'un corps électriquement excité, et qu'ils peuvent revenir à leur état primitif sans communication électrique avec d'autres corps.

On sait que l'électricité produit souvent de la chaleur; M. Oersted attribue cet effet à l'union entre les deux forces électriques opposées, et elle est d'autant plus intense que la transmission de l'électricité éprouve plus d'obstacle, pourvu toutefois que la résistance ne soit pas absolue. La transmission électrique, dans le sens de l'auteur, consiste dans une suite d'attractions

et de répulsions, ou dans un mouvement ondulatoire éprouvé par les forces propres du corps. L'union chimique entre les substances électro-positives et celles électro-négatives excite toujours de la chaleur, et sans qu'aucune des forces électriques s'échappe à l'état de liberté. Cependant l'accroissement du pouvoir conducteur peut contre-balancer cet effet et même le vaincre, et alors il s'excite du froid.

De ces divers motifs, l'auteur tire la conclusion qu'il existe trois degrés principaux de combinaisons entre les forces électriques qui, selon lui, sont les mêmes que celles chimiques. Le premier degré est la combinaison entre les forces elles-mêmes; son résultat est la contraction des deux forces ou leur réduction sous un moindre volume, et un dégagement de lumière et de chaleur. Le second degré se trouve dans la combinaison d'un corps combustible avec un corps comburant; son résultat est encore condensation et dégagement de lumière et de chaleur, quoique à un degré plus faible que dans le cas précédent; enfin, le troisième degré consiste dans la combinaison d'un alcali avec un acide; celui-ci est rarement accompagné de dégagement de lumière, mais toujours de dégagement de chaleur, et il se fait de-même une condensation, pourvu que des causes particulières ne modifient point le résultat. L'expansion, qui est l'effet d'une force répulsive dans les corps, dépend le plus souvent de ce que l'une des forces électriques s'y trouve en excès. La contraction est l'effet de l'équilibre entre ces forces et de leur extinction mutuelle.

Les forces qui produisent les actions électriques et chimiques sont encore les mêmes que celles qui don-

nent lieu aux propriétés mécaniques des corps. L'impénétrabilité dépend de la résistance que le pouvoir expansif des deux forces oppose à un corps qui tenderait à pénétrer dans un espace déjà occupé par un autre corps. La cohésion est l'effet des deux forces qui s'attirent. L'attraction universelle consiste dans l'action à distance que les deux forces exercent entre elles, en supposant que le pouvoir expansif de chaque force ne s'étende pas au-delà de la surface des corps.

La chimie, dit l'auteur, trouve maintenant son point de réunion avec la physique, et la science des lois générales de la nature se divise naturellement en deux parties, dont la première a pour objet les lois des changemens extérieurs ou des mouvemens, et la seconde, celles des changemens intérieurs ou qui ont lieu dans les forces elles-mêmes. Celle-ci forme proprement la chimie, ou, en terme plus expressif, la *Dynamologie*, ce qui signifie science des forces.

M.r Oersted a exposé ces vues sur la théorie chimique, dans un ouvrage publié à Berlin, en 1812, et qui a pour titre : *Ansicht der chemischen Naturgesetze*, etc., c'est-à-dire, *Considérations sur les lois physiques de la Chimie, déduites des nouvelles découvertes.*

M. Berzelius de son côté regarde également la combinaison chimique comme se fesant par la décharge des états électriques, et la lumière et la chaleur comme étant le produit de cet effet. Il distingue les corps en électro-positifs et électro-négatifs. L'auteur, dans ces dénominations, n'envisage pas l'état du corps, mais celui du pôle de l'appareil vers lequel il

se porte, et l'oxigène qui, après sa séparation de l'eau, à l'aide de la pile, se trouve négativement chargé, est appelé par M. Berzelius corps électro-positif, à cause qu'après sa séparation il se porte vers le pôle qui dans l'appareil non communiquant est positif; l'hydrogène qui dans sa séparation devient positif et se porte vers le pôle négatif dont l'état est opposé au sien, et à cause de cette opposition, est appelé par lui électro-négatif. — Un savant professeur de notre académie, M. De Sentelet, me disait, en parlant de ces dénominations, qu'il était naturel que l'oxigène et les corps davantage oxidés fussent attirés par le pôle positif à cause de l'affinité de l'oxigène avec le fluide électrique, et que l'hydrogène et les corps moins oxidés étaient précipités vers le pôle négatif. Cette manière de rendre la chose à l'avantage de se rattacher à un ordre de phénomènes connus. —

Tout procédé chimique, dit l'auteur, est toujours accompagné d'un procédé électrique, et il ne peut se manifester d'affinité sans qu'une action électrique ne soit en même-temps mise en jeu; et lorsqu'il se dégage simplement de la chaleur, on peut encore la considérer comme provenant de la confusion des deux états électriques pendant l'engagement entre les corps. La perte de la faculté conductrice dans le produit peut être la cause de l'apparition de la chaleur, comme l'accroissement de cette propriété peut être celle d'un excitement de froid.

Ainsi, on peut concevoir que dans la combinaison entre deux corps dont l'un appartient à la classe des électro-positifs, et l'autre à celle des électro-négatifs,

il se fait une décharge électrique. L'échauffement donne plus d'intensité à cet effet, comme il renforce une charge électrique en développant davantage l'atmosphère opposée. Lorsque des corps dont l'affinité est faible, ce qui provient d'une affinité presque égale avec l'oxigène, se combinent, la décharge électrique participe à la faiblesse de l'action.

Deux corps qui se sont combinés par la décharge de leurs états électriques ne peuvent ensuite plus se décombiner sans que leur mise en rapport avec un appareil chargé par application ne restitue ces états. La pile met cet effet pleinement à découvert, en remettant, par ses pôles respectifs, les élémens des corps dans leur état électrique originaire, et en déterminant ainsi leur séparation.

L'auteur déclare ne pas bien concevoir pourquoi l'oxigène est seul une substance électro-positive absolue, tandis que tous les autres corps sont, à son égard, électro-négatifs, et conservent cependant une relativité variante entre eux. — Si l'hydrogène sortait aussi complétement de ses vraies combinaisons que le fait l'oxigène, il manifesterait le même caractère de négativité absolue, et tous les autres corps, sans en excepter les métaux, seraient électro-positifs à son égard. L'électronégativité dépend du rapport proportionnel de l'hydrogène, qui ne peut jamais être plus grand que dans ce principe pur et dans les corps réduits; et si les métaux manifestent entre eux des différences de capacité électrique, c'est que les bases dans ces corps sont différemment hydrogénées, celles des métaux, qui ont avec l'oxigène la plus grande affinité, l'étant le plus. C'est

ainsi que le zinc, dont la base est très-hydrogénée, en venaut en contact avec de l'argent, dont la base l'est beaucoup moins, se met dans le rapport du positif et laisse l'argent dans celui du négatif. On se rappelera que l'affinité d'un corps avec l'oxigène est en raison du calorique qu'il peut déplacer d'avec ce principe, et que ce déplacement est lui-même en raison de la quantité d'hydrogène dont le corps est pourvu. Le fluide électrique semble s'accumuler sur les métaux en proportion de l'hydrogène qu'il aurait à séparer d'avec l'oxigène de leur base s'il était appelé à la réduire.

L'oxigène n'est de-même électro-positif absolu que parce que, dans l'état de pureté, il se trouve dans le plus grand rapport de sa matière. Si l'eau n'était à l'instant décomposée par l'électricité, elle serait, après l'oxigène pur, le corps le plus électro-positif, puisqu'elle contient l'oxigène dans l'état le moins hydrogéné, et par conséquent avec le plus petit défaut de calorique pour son isolement à l'état de gaz. L'hydrogène et les corps moins oxigénés acquièrent la relativité électrique en recevant le fluide par application, tandis que l'oxigène et les corps davantage oxigénés, l'acquièrent par la fixation du fluide. Dans la séparation de deux corps qui sont l'un et l'autre oxidés, celui dont la réduction exigerait le moins de calorique se met dans le rapport du positif, et l'autre, dans celui du négatif.

L'eau trace les limites de la réductibilité par la pile comme de celle par le feu; en de-ça du caractère oxigène de ce liquide, les corps sont réduits par l'action immédiate du fluide électrique : au-delà, ils le sont

par l'hydrogène qui se met à la place de leur eau. C'est pour cela que, dans la décomposition d'un sel à thermoxide, l'oxigène du métal suit l'acide vers le pôle positif, et que le métal seul se dirige vers le pôle négatif. On dirait que les oxides irréductibles ne sont portés vers ce dernier pôle que pour y être réduits par l'hydrogène que la pile sépare en même temps de l'eau. Le fluide, ne pouvant se combiner pour réduire, s'applique en partie, et en partie se substitue à l'hydrogène jusqu'au rapport de l'eau, et comme cet effet est purement temporaire, si le corps n'est pas réduit, la substitution cesse aussitôt que l'oxide a atteint le pôle; ce qui prouve que le fluide s'y maintient à l'état électrique, car s'il devenait chaleur, sa retraite serait lente comme lorsque un oxide est échauffé par le feu.

Il ne se fait aucune décomposition directe par le pôle négatif de la pile, et les réductions des thermoxides et les sous-acidifications des acides, comme la désunion des principes de l'eau, qui sont les seules décompositions qui peuvent ainsi avoir lieu, se font par le fluide partant du pôle positif au point où il fait explosion. Tous les autres prétendus enlèvemens d'oxigène consistent en des déplacemens de l'eau d'oxidation par l'hydrogène, soit qu'il s'ensuive une réduction complète, ce qui est presque toujours le cas, ou seulement une sous-oxidation. Cet effet est secondaire et s'opère par l'un des matériaux produits en vertu de l'action immédiate de l'électricité du pôle positif sur l'eau. C'est de l'hydrogène qui sort d'oxidation pour entrer en réduction, et qui se dégage s'il ne trouve pas cette fonction à remplir. Un thermoxide

qu'on pourrait réduire sans qu'il se décomposât en même-temps de l'eau, irait, par son métal, réduire un plus haut thermoxide qui serait placé au pôle négatif de l'appareil; ce ne serait bien certainement pas le fluide qui opérerait ici cet effet; car l'oxigène enlevé par l'électricité se transporte immédiatement vers le pôle positif, et ne peut plus, qu'à ce pôle, de nouveau s'engager; et puisque au pôle négatif l'hydrogène de l'eau est retenu lorsqu'il s'y opère une réduction, il s'ensuit toujours, et qu'une oxidation, qui est celle de l'hydrogène, a lieu à ce pôle (ce que l'on ne veut pas admettre), et que la réduction n'est pas l'ouvrage du fluide électrique. L'électricité, en décomposant l'eau, se procure le meilleur de ses conducteurs, qui est l'hydrogène, avec lequel il traverse tous les corps, sans qu'il s'en distraie, à cause que ce n'est que le fluide détaché ou en explosion qui puisse ou se combiner, ou se décomposer. C'est la partie de la décharge que l'oxigène n'engage point, qui s'applique sur l'hydrogène et se transporte ainsi vers le négatif de l'appareil. L'oxigène qui, par la fixation du fluide en engagement chimique, est devenu négatif relativement à l'hydrogène, se transporte vers le positif, et un équilibre partiel se trouve rétabli dans cette partie de l'appareil. Pour admettre le transport vers les pôles en vertu d'une répulsion entre les élémens du corps similairement chargés, et tel que cela a lieu dans les divergences électriques, il faudrait que l'oxigène de l'eau puisse se gazifier sans s'adjoindre du calorique, et que le pôle positif puisse recevoir un corps positif; ce qui est contraire à toutes les règles. On doit donc dire que les pôles opposite-ment chargés attirent plus fortement les principes de

l'eau oppositement excitée, que ces principes ne s'attirent entre eux en vertu de leur état d'opposition ; ce qui réduit de beaucoup la prétendue énergie de leur attraction dans cet état ; on peut appliquer aux autres corps que la pile décompose ce que nous venons de dire de l'eau. — M. Berzelius pense que, par le contact entre deux corps disposés à s'unir, il s'excite un état électrique opposé, et que c'est en vertu de la décharge de cet état que l'union a lieu. — On pourrait observer à l'auteur que des métaux et de la soie, qui n'ont certainement aucune disposition à s'unir, excitent cependant, par leur contact, une charge distribuée, comme M. Libes l'a fait voir. —

Les états électriques que les corps excitent au contact pour leur union, lorsqu'ils sont sensibles, ce qui n'est pas toujours le cas, cessent de l'être dès l'instant que la chaleur et la lumière paraissent, et que le composé entre en fusion. — La séparation du calorique tendu peut se faire sous forme électrique aussi long-temps que, par la quantité, la tension ne devient pas assez forte pour former de la lumière, ou par le défaut de quantité, assez faible pour qu'il en résulte de la chaleur ; et jusqu'alors la charge des corps en combinaison peut se maintenir ; cependant cette charge est totalement positive, et lorsqu'il s'en établit une qui soit négative, elle est de-même tout-à-fait de cette nature ; mais celle-là ne peut avoir lieu que lorsque des corps sont dissous, où dans les opérations dans lesquelles du calorique est combiné, tandis qu'il est toujours positif lorsque cet agent est dégagé, le premier effet, par la substitution du calorique à l'hydrogène, et le second, par celle de l'hydrogène au calorique.

Une

Une chaleur rouge et la lumière du soleil produisent pour la décomposition des corps le même effet que l'électricité ; et lorsque, par exemple, de l'oxide de mercure est réduit au feu, l'oxigène, dit M. Berzelius, part avec l'électricité négative, et le métal avec celle positive. L'auteur admet donc nécessairement la production des deux électricités par la lumière et la chaleur, comme il admet la production de celles-ci par les deux autres ; et lorsque sous la pile un corps se décompose, son élément le plus combustible se combine avec le positif de la charge, et son autre élément, avec le négatif. La combinaison de l'oxigène avec le métal, sur le corps de la pile, doit donc, par le procédé contraire, fournir les fluides qui sont distraits pour cette répartition combinée. Cette idée est précisément celle que depuis douze ans nous avons émise sur le mode d'être et d'agir de la charge voltaïque, avec la différence que pour nous son fluide dérive exclusivement de l'oxigène et retourne exclusivement à ce corps. Dans une hypothèse purement phlogistique, comme nous l'avons déjà fait remarquer par un extrait du *Bucholz*, le fluide ne peut avoir d'autre source que la base de l'hydrogène, ni d'autre retraite que cette base.

Puisque l'oxigène est le corps électro-positif par excellence, sa combinaison avec le corps combustible le plus électro-négatif doit produire le phénomène le plus intense de feu ; c'est aussi ce qui arrive, et ce qui fait que l'oxigène est plus fortement attiré par les corps combustibles qu'aucun autre corps. — Le corps qui produirait le plus intensément cet effet serait l'hydrogène, si à l'état libre il pouvait se combiner avec

l'oxigène dans le même rapport qu'il le fait dans son engagement métallique le plus électro-négatif. —

Si l'oxigène, dit l'auteur, pouvait être rendu concret, la combinaison entre lui et le cuivre produirait une apparition de feu beaucoup plus intense que celle entre le soufre et le même métal. — Cela supposerait que l'état élastique de l'oxigène est indépendant de sa combinaison avec l'électricité négative. Le caractère des corps électro-positifs que les combustibles acidifiables manifestent à un si haut degré, et les phénomènes de combustion qu'ils produisent avec les substances électro-négatives et qui sont d'autant plus intenses que ces substances occupent un rang plus élevé dans leur classe, dénotent bien la présence de l'oxigène dans ces corps.

L'auteur cite le phénomène de combustion vive que simule le charbon lorsque, dans une atmosphère de gaz non-comburant, il est tenu entre les pôles d'un fort appareil voltaïque. On dirait, dit-il, que le charbon brûle avec la plus grande vivacité, et cependant il n'éprouve aucune consomption; donc la charge électrique produit la même apparition de feu que si de l'oxigène était absorbé; et la combinaison chimique ne peut pas dépendre d'une autre cause que la décharge électrique.

M. Berzelius observe que le phénomène de la combustion ne peut dépendre de la condensation que le corps brûlant éprouve, puisque dans la combinaison du gaz oxigène avec le carbone où ce phénomène se manifeste avec autant de force, le volume des substances n'éprouve aucune diminution. Il ajoute que

la chaleur spécifique ne peut non plus être la cause de la combustion, puisque des corps qui après la combinaison, pendant laquelle il ne se dépose que peu de calorique, conservent une très-grande faculté comburante, ne sont en possession que de peu de chaleur spécifique, et que d'autres qui ont déposé beaucoup de calorique, n'ont pas beaucoup moins de chaleur spécifique qu'avant la combinaison; d'où il conclut encore que la cause du feu réside dans la décharge chimique des électricités.

Lorsqu'une combinaison de deux corps est décomposée par un troisième corps, en vertu de ce qu'on appelle une plus forte affinité, cela dépend de ce que le rapport électro-chimique entre le corps décomposant et le premier corps combiné, surpasse celui entre ce corps et le second corps combiné, et l'apparition du feu est d'autant plus marquée que la différence est plus considérable. La décharge est plus complète dans la nouvelle combinaison, et le corps précipité se trouve avoir repris du corps précipitant la disposition électro-chimique qu'il possédait avant la combinaison, ou le genre d'électricité dont il est habituellement pourvu.

— La décomposition chimique a lieu, d'après nous, en vertu, soit d'un corps plus hydrogéné qui se substitue à un autre moins hydrogéné, soit d'un corps plus oxigéné qui se substitue à un moins oxigéné; et dans l'un et l'autre cas, il se fait un déplacement de calorique. La restitution du calorique, dans cette opération, ne se fait jamais qu'au corps le plus oxidé ou à celui que l'auteur suppose se trouver dans la disposition électro-positive, parce que c'est toujours ce corps qui dans

la combinaison est passif, ou pour la saturation duquel se fait à-la-fois, et l'échange, et le proportionnément; et, soit que le corps le plus oxigéné se décompose où qu'il soit décomposé, ce n'est jamais lui qui est actif; car il éprouve dans les deux cas un déplacement dans son calorique de la part de l'hydrogène du corps qui est le moins oxigéné. Toute combinaison se fait par la substitution de l'hydrogène au calorique et pour la saturation de l'oxigène par ces deux agens dûment proportionnés entre eux; et la combinaison est d'autant plus intime que la part de l'hydrogène dans la saturation surpasse davantage celle du calorique; ce qui fait que la force de feu qu'exige une décomposition est une mesure de l'intimité de la combinaison.

Les décompositions par le feu ont lieu en vertu d'un plus grand proportionnément de l'oxigène par le calorique que par l'hydrogène, et dans cette opération c'est encore le corps le plus oxigéné qui est passif, puisque c'est près de son oxigène que le calorique déplace l'hydrogène du corps le moins oxigéné. Ce dernier corps se retire sans reprendre aucun principe, son oxigène, s'il en contient, étant pleinement saturé par l'hydrogène en place de calorique, et l'hydrogène, qu'il soit réduit ou oxidé, ne demandant aucune saturation. Il n'est donc pas vrai, suivant la manière de voir de M. Berzelius, que le corps le moins oxigéné se retire en reprenant sa dose naturelle d'électricité négative; car il dépose même le calorique dont, pendant l'engagement de son hydrogène et en remplacement de celui-ci, son oxigène s'était proportionné, et auquel l'hydrogène libéré se substitue de nouveau.

On voit donc que dans la composition des corps,

moins celui de ces corps dont l'hydrogène se substitue au calorique de l'autre est oxigéné, non dans le rapport absolu, mais dans celui relatif à l'hydrogène dont il est pourvu, plus le dégagement de calorique doit être considérable; et, *vice versâ*, que son engagement doit être plus fort lorsque le corps en est décomposé. Nous ne pouvons dissimuler combien la doctrine du proportionnément du calorique, comme matière, avec l'hydrogène, pour la saturation de l'oxigéne, et des rapports varians dans lesquels cet effet a lieu, est heureuse pour l'explication des phénomènes de la chimie, malgré que cette doctrine soit de notre découverte. —

Les corps qui sont susceptibles de prendre alternativement les deux électricités (et la presque généralité des corps se trouve dans ce cas) exigent pour leur décomposition des actions électriques différentes, suivant la nature électro-chimique du corps auquel ils sont associés.

L'auteur observe que dans la combinaison d'un corps électro-négatif réduit, avec un autre électro-négatif, mais oxidé, le caractère électrique propre de ces corps s'augmente; et il cite la combinaison entre les combustibles acidifiables et les alcalis. — Cet effet provient de ce que par la combinaison de l'acide sec du combustible acidifiable avec l'alcali, l'hydrogène déplacé devient plus libre de se combiner, tout comme, par l'engagement de l'acide muriatique, l'oxigène peut être plus facilement distrait.

J'observerai, en passant, qu'il serait peut-être convenable de nommer *chlore* l'acide muriatique oxigéné

à cause du rapport de la terminaison de ce mot avec celle de phosphore et de bore qui appartiennent à un genre de corps avec lesquels cet acide est identique, quant à son radical, et dont il est différent seulement par le principe de l'eau, avec lequel ce radical est combiné, à moins qu'on ne veuille réserver ce terme pour l'acide muriatique sec hydrogéné, que des tentatives faites dans une bonne direction nous feront prochainement connaître. Le mot chlore donnerait *acide chlorique* pour le chlore hydrogéné, comme *bore* donne *acide borique* pour le bore oxigéné; puis *chlorate* pour les sels simples, *chlorure* pour les sels suroxigénés lesquels répondent par de l'oxigène surcombiné à ce que sont les sulfures, etc., par une surcombinaison d'hydrogène; enfin, *gaz oxigène chloruré* pour le gaz muriatique suroxigéné, lequel répond au gaz hydrogène sulfuré. Le terme *chlorine* créé par M. H. Davy, présente à la pensée le diminutif d'un autre terme et l'équivalent de l'expression *petit chlore;* et le terme *chlore* n'implique pas plus l'idée de la composition du gaz muriatique oxigéné que ne le fait celui de bore ou de phosphore, qui sont aussi indécomposables *per se* dans leur hydrogène, que ce gaz l'est dans son oxigène. —

Au contraire, dit l'auteur, si l'on combine un combustible électro-positif avec un autre électro-négatif non-oxidé, le rapport électro-négatif de la masse est moindre que celui de ce dernier, ce qui peut aller jusqu'au point de soustraire le corps électro-positif à l'action de l'oxigène. Ainsi, de l'or qu'on allie à l'étain peut garantir celui-ci d'être oxidé, tant au feu qu'à l'aide de sa déflagration avec le nitre.

M. Berzelius se demande si c'est l'affinité chimique

qui détermine la décharge électrique, ou bien cette décharge, l'affinité chimique, et il se prononce pour le dernier, fondé sur ce qui se passe sous la pile. — Sous la pile, nous le répétons, toutes les actions immédiates sont décomposantes comme au feu, et tout ce qui s'y récompose est de seconde opération. Il ne s'y détermine, en conséquence, aucune affinité qui ne soit dans le sens des attractions du calorique et hors du sens de celles de la matière terrestre, et ce n'est qu'après avoir été décomposée sous l'influence du fluide électrique que cette matière se recompose avec des élémens semblables ou d'autres, dès l'instant que cette influence cesse de la dominer. Ceci explique comment des alcalis séparés de leurs acides peuvent traverser d'autres acides sans en être fixés, le pouvoir qui a su décomposer pouvant naturellement garantir de la décomposition pendant tout le temps que son action subsiste. Si donc, sous la pile, les corps ne suivent pas l'impulsion de leurs affinités naturelles, c'est que l'affinité influente de l'électricité les en empêche; et l'oxigène, qui est plus fortement attiré par le calorique que par l'hydrogène, puisque dans l'eau où l'exercice des affinités réciproques entre les trois élémens de la matière organisée est libre, le premier s'engage dans un rapport aussi supérieur au second, et que dans tous les cas le calorique enlève l'oxigène à l'hydrogène, et dans presque aucun, l'hydrogène enlève l'oxigène au calorique, et l'oxigène, dis-je, suit l'impulsion de sa plus forte affinité.

La condition requise pour l'action chimique entre les corps, est que les états électriques puissent s'établir par distribution; hors de ce cas, les effets se bornent aux

points en contact. L'auteur cite en exemple les végétations métalliques, où en effet des métaux réduisent leurs semblables oxidés et en sont oxidés suivant le pôle dans lequel le métal ou l'oxide sont compris. — Ces effets sont secondaires ou subséquens à une action primitive, qui est la décomposition de l'eau; et le métal est réduit à la limite du pôle négatif, et là où le fluide arrive entraînant l'hydrogène, et il est oxidé à la limite du pôle positif et au point où l'oxigène arrive entraîné par une soustraction de charge, ou, l'un et l'autre, aux points respectifs, par l'effet de la distribution polaire qui les pousse.

La considération que des corps sans être oxidés possèdent tous les caractères des acides, porte l'auteur, à ne pas envisager l'oxigène comme l'élément de ces sortes de corps; et comme les combustibles acidifiables se proportionnent avec les oxides et avec les métaux, pour leur formation en sels, sans que pour cela ils aient besoin d'être acidifiés, l'auteur en conclut que la combinaison entre ces corps, et le rapport proportionnel qu'ils observent, dépendent de l'opposition de leur caractère électro-chimique et de la nature du radical combustible indépendamment de l'oxigène, lorsqu'ils sont oxidés ou acidifiés. C'est ainsi que le soufre, qu'il soit réduit, acidifié en *eux* ou en *ique* ou hydrogéné, peut se combiner avec les alcalis et les métaux dans des proportions telles que de l'oxigénation du produit, il résulte toujours du sulfate, et que dans tous ses états, il se comporte comme un véritable acide.

— C'est d'après ce caractère du soufre et des com-

bustibles acidifiables en général, et sur-tout d'après leur manière d'être affectés par l'électricité voltaïque, que dans le *Bucholz* nous avons pris la conclusion que ces combustibles sont des acides secs hydrogénés, comme le gaz oxi-muriatique est un semblable acide oxigéné, et que l'oxigénation des uns et l'hydrogénation de l'autre convertissent seulement leur principe respectif de l'eau en eau, et que ce liquide ensuite les hydrate. Les oxides comme les métaux se proportionnent donc avec ces corps indépendamment de leur eau que les oxides même en déplacent, lorsqu'elle est formée, en se constituant près d'eux en vice-hydratans, à la place de l'eau.

Lorqu'un combustible acidifiable se combine avec un métal, c'est en hydrogénation du premier corps par l'hydrogène oxidable du second que cette combinaison a lieu; c'est l'hydrogène qui manque pour la dose juste de son eau d'hydratation que le combustible cherche à compléter, et que par l'hydrogène du métal, il complète; aussi, ceux parmi ces corps qui n'ont point cet hydrogène en défaut, comme le carbone et le bore, ne contractent-ils point ce genre de combinaison, ou s'ils le font, c'est en déposant de l'hydrogène sous forme d'eau; ce qui les range dans la classe des combustibles acidifiables qui ont de l'hydrogène en défaut pour l'hydratation au degré subsistable de leur acide sec. Le carbone se combine ainsi avec le fer, et le bore avec le platine.

Dans la combinaison entre un combustible acidifiable et un oxide, l'acide sec du premier corps se proportionne avec l'oxigène du second, et l'hydrogène se dépose. C'est pourquoi le soufre comme l'acide sul-

fureux et l'acide sulfurique se combinent dans un égal rapport de l'acide sec à l'oxigène de l'oxide. Les surcombinaisons par des combustibles acidifiables ou métalliques ont pour but d'avoir de l'hydrogène de plusoxidation par supplément. —

M. Berzelius penche à regarder le calorique comme une matière et non comme une force ou pure qualité. Il se fonde sur ce que l'électricité troue en déchirant, sans brûler ou fondre, un paquet de cartes et un carreau de verre, et il déclare que le défaut de pésanteur sensible et celui de cohérer et de remplir un espace avec exclusion, ne sont pas en défaveur de ce système. Il combat l'opinion de ceux qui considèrent les effets du calorique comme étant produits par un mouvement oscillatoire communiqué aux corps à la manière du son, et il fait voir que si, à cet égard, il existe quelque analogie entre les phénomènes de la lumière et ceux du son, il n'en est pas de-même pour ceux de la chaleur, qui contracte avec la matière de véritables unions. Ces unions, ajoute-t-il, ne sont pas permanentes, ou le calorique n'est point enchaîné par cette affinité, à cause que sa tendance à l'équilibre le porte sans cesse à l'expansion, et le célèbre auteur émet une opinion entièrement conforme à la nôtre, sur la circulation perpétuelle du calorique entre l'astre d'où il émane et les corps planétaires qui appartiennent au système du soleil.

— On pourrait ajouter à ces motifs, que le calorique, qui, comme nous l'avons déjà dit, est la substance grave du soleil, ne peut affecter nos mesures de pésanteur ; que, s'il dépasse les limites de la gravité

solaire, ce n'est point en vertu d'une attraction partagée et variante suivant les occasions, mais par un effet du parfait ressort dont ses particules sont douées, et qui le fait de-nouveau s'élancer dans l'espace, et l'entretient ainsi dans une continuelle circulation.

On ne peut pas dire que le calorique n'occupe pas un espace avec exclusion, puisque d'autres corps et la compression peuvent le déplacer, et s'il n'a point de cohésion sensible, c'est que dans l'atmosphère d'une planète étrangère, dont la force d'attraction est pour lui répulsive, ses parties ne sauraient se rapprocher, mais doivent s'éloigner.

Quant à la similitude des effets de la lumière avec ceux du son, on peut objecter que ce dernier, qui est une qualité, a besoin d'être conduit, tandis que la lumière traverse les espaces libres comme ceux occupés, et que si le son est comme elle susceptible de réflexion et de réfraction, cette analogie dépend du calorique lui-même qui, dans les conducteurs du son, continue de jouir de ses propriétés élastiques ou de gravitation vers le soleil. Le froid, qui bien certainement est une absence de matière, est réfléchi, comme le son, mais la matière qui en est affectée, et non la qualité, éprouve la réflexion.

Si l'on voulait soutenir que le calorique ne contracte avec la matière que des combinaisons éphémères qu'une distance à l'équilibre peut faire cesser, on devrait ne pouvoir citer celles où il se trouve dans l'oxigène et dans la généralité des corps oxidés, et dont l'intimité est telle que l'hydrogène ne peut les rom-

pre qu'avec une grande infériorité d'attraction. Ce calorique est chimiquement combiné avec l'oxigène et tout autre calorique, que par des forces mécaniques ou une différence de température on parvient à séparer des corps, est, ou d'interposition et alors thermométrique, ou de capacité latente et alors spécifique ou de constitution de forme.

Il faut, d'après le système de l'auteur, admettre que la masse d'un corps qui a subi une combinaison existe avec moins de fluide électrique que ses élémens; et que plus un corps est rapproché de sa nature élémentaire, plus il doit être pourvu d'électricité, comme plus il est composé, moins il doit en posséder; mais rien ne dénote cette différence entre les corps plus composés et ceux plus simples. Il aurait pu, ce nous semble, admettre qu'au contact les corps disposés à s'unir éprouvent une répartition inégale de leur électricité naturelle, d'où résulterait un état par raréfaction et un autre par condensation, et de la réaction entre les deux, une charge fixée. Ces états, qui par leur nature s'attirent, ne pourraient que renforcer la tendance à la combinaison qui dépeud de l'affinité entre les corps, et cette combinaison effectuant la confusion des états, il devrait en résulter une décharge, laquelle remetterait le composé dans son état électrique naturel. La chaleur, en excitant la répartition en des états contraires du fluide propre d'un corps, pourrait assez subjuger la force de l'affinité, pour que la séparation des élémens du corps en soit la suite; et le phénomène du feu serait l'effet de la décharge, comme lorsqu'une étincelle éclate ou lorsque l'équilibre se rétablit dans une bouteille de Kleist.

Ce mode d'explication ne présuppose pas un état différent d'électrisation dans les corps, avant le contact pour la combinaison. —

Schweigger's Neues allgemeines Journal der Chemie, Bd. . S. 119.

Il nous paraît inutile d'admettre une cause particulière de l'attraction, et il est contraire aux faits de la supposer identique avec la cause de l'électricité. L'affinité entre les élémens des corps existe, puisque ces élémens sont combinés; et ce qui fait agir la matière, ou ce qui détermine les changemens chimiques, est une force opposée à l'affinité. Si la substance du calorique, qui est la même que celle de l'électricité, ne s'était introduite dans la composition de la matière primitive du globe, on n'aurait jamais eu la moindre idée de ce qu'on appelle affinité; car la matière ne sortant pas de combinaison n'aurait pu se recombiner, ni par conséquent moléculairement s'attirer ou chimiquement se mouvoir; et encore actuellement où la matière a subi tant de modifications et a été aussi souvent composée, décomposée et récomposée, il ne se passe pas de phénomène de cette nature où le calorique ne détermine l'action et dans laquelle cet agent n'intervienne par sa retraite ou par son accession. Lorsque le calorique accède et s'engage à demeure, il prend, près de l'oxigène, la place de l'hydrogène, et la matière se meut contre son affinité. L'effet contraire a-t-il lieu, c'est l'hydrogène qui, près de l'oxigène, se substitue au calorique, celui-ci se retire et la matière se rapproche de son état de primitive combinaison. Tout effet chimique est produit par une de ces deux actions; d'où résulte que tout changement de composition de la matière doit être accompagné d'un engagement ou d'un désengagement de calorique. C'est l'agent indispensable, sans lequel la matière terrestre composée de deux élémens n'aurait pu se combiner que dans une seule proportion, qui a pu et peut encore détourner la substance terrestre de l'exercice de sa force grave, la retirer du repos et la forcer à l'action. On ne voit pas ce qui pourrait s'opposer à l'inertie de la gravité, si ce n'est une force antigrave; et une telle force ne peut être qu'une matière qui pèse dans le sens d'une autre planète et oppositement au centre de la terre; c'est pourquoi

la chaleur est depuis long-temps considérée comme une force centrifuge et un agent de répulsion.

Des vues d'après lesquelles on considérerait l'affinité chimique comme le produit de l'action électrique et qui excluraient le calorique, comme matière, de la composition des corps, n'expliqueraient donc jamais qu'une partie des phénomènes, et se borneraient à des effets apparens et prochains en place de remonter aux causes réelles et éloignées, et dans la plupart des cas où le calorique se combine, elles doivent supposer qu'il se désengage, et là où réellement il se décombine, il est sensé provenir des deux électricités. Ce qui non-seulement ôte la cause aux effets, mais leur attribue une autre cause qui est en opposition à la possibilité d'agir du calorique.

Le fluide électrique, lorsqu'il décompose et recompose les corps, n'agit pas d'une manière différente que le feu de nos fourneaux; et, comme ce feu, il doit d'abord décomposer pour pouvoir ensuite recomposer. Lorsqu'il décompose, si son effet est permanent, il se met et reste avec l'oxigène du corps, et lorsqu'il recompose, il en est séparé; et alors de l'hydrogène libre ou combiné, réduit ou sousoxidé, prend la place du calorique. La pile a seulement sur nos feux l'avantage de transporter en sens contraires, et de pouvoir ainsi isoler les élémens tant fixes que volatils des corps qu'il décompose. Ce qui fait qu'étant tenus éloignés les uns des autres, ces élémens ne peuvent de-nouveau se réunir; à quoi la pile joint la supériorité sur le feu de fournir pour ses actions du fluide, dont le ressort variant est approprié à tous les effets.

Lorsque l'électricité de la pile sépare un acide d'avec un alcali, une portion de sa matière se met et reste avec le premier corps en remplacement de l'hydrogène, surcombiné aux proportions de l'eau, du second. C'est l'équivalent du calorique que l'acide, en s'engageant avec l'alcali, avait déposé, et qu'en se séparant de ce corps, il reprend. La même chose doit, à plus forte raison et avec plus d'évidence, avoir lieu lorsque de l'oxigène est séparé d'avec l'hydrogène dans l'eau, ce dernier effet étant de désoxidation et le premier seulement de déplusoxidation.

La même électricité joint-elle un acide à un alcali, ou de l'oxigène

à de l'hydrogène, par la rencontre des premiers corps avec les seconds, au pole positif de la pile, ou par celle des seconds avec les premiers, au pole négatif, la substitution contraire a lieu, et du calorique cède sa place à l'hydrogène de l'alcali ou à celui libre et réduit de l'eau. Alors de l'hydrogène s'engage et du calorique se dégage. Les mêmes effets se montrent dans tous les cas où de la matière entre en activité chimique; et hors de son impulsion mécanique la matière n'a point d'autre mouvement.

L'oxigène, comme nous l'avons déjà dit, est toujours indispensablement combiné jusqu'à saturation, soit avec du calorique seul, soit avec du calorique et de l'hydrogène en même-temps, et hors de son état de gaz où du calorique le sature exclusivement, il est toujours en saturation partagée. Il n'est jamais exclusivement saturé par de l'hydrogène, excepté dans son état de primitive existence comme corps inorganisé et comme base inaltérable des corps davantage composés que l'eau, lesquels forment la généralité des êtres. Voilà comment nous concevons que l'électricité intervient dans les changemens chimiques des corps et sous quels rapports ses effets peuvent être considérés comme identiques avec l'action chimique, et aussi pourquoi les phénomènes des uns accompagnent toujours ceux de l'autre, le calorique, comme agent de ces changemens, devant nécessairement être présent à leur production.

La théorie de la matérialité du calorique, telle que nous l'avons conçue et appliquée aux phénomènes de la chimie, n'explique pas seulement tous les faits, mais prédit la possibilité de leur existence, et juge s'ils sont réellement produits. Je ne sais de quelle autre caractère de vérité elle pourrait être revêtue.

35. Le pouvoir d'action de l'appareil voltaïque semble dépendre de causes semblables à celles qui déterminent l'accumulation sur la bouteille de Leyden; savoir : la propriété des non-conducteurs et des conducteurs imparfaits de recevoir des conducteurs la polarité électrique, et de la leur communiquer; mais la permanence de son action tient à la décomposition

des menstrues chimiques entre les plaques ; par le contact, chaque plaque de zinc est rendue positive, et chaque plaque de cuivre négative ; et l'ensemble des plaques se trouve disposé de manière à ce que leurs états se renforcent par induction ; de sorte que chaque disposition polaire en particulier renforce l'électricité de toutes les autres dispositions semblables ; et l'accumulation du pouvoir s'accroît avec le nombre des séries. Lorsque la batterie est formée en cercle, ses effets se démontrent par des actions chimiques non-interrompues, et les pouvoirs se maintiennent aussi long-temps qu'il reste des parties du menstrue à décomposer ; mais lorsque l'appareil est isolé, et qu'il n'existe point de communication entre les pôles extrêmes de zinc et de cuivre, on ne s'apperçoit pas du moindre effet ; aucun changement chimique n'a lieu, et l'appareil manifeste seulement son influence par la communication de très-faibles charges à l'électromètre, l'extrémité terminée par le zinc communiquant une charge positive, et celle terminée par le cuivre une charge négative.

On démontre, par une expérience très-simple, que chaque plaque du métal le plus oxidable se trouve dans le rapport du positif, et chaque plaque du métal le moins oxidable dans celui du négatif ; et que chaque série possède une polarité semblable et d'une égale force. A cet effet, quatorze verges de zinc de la même longueur et du même diamètre, mises en communication avec un égal nombre de verges d'argent exactement semblables, furent introduites dans des verres de la même forme remplis d'une solution de muriate d'ammoniaque légèrement acidulée par de l'acide muriatique. Aussi

long - temps

long-temps que les parties extrêmes restaient sans communication, aucun gaz ne se dégagea de dessus l'argent, et le zinc éprouva à peine une légère action; mais la communication ne fût pas plutôt établie que toutes les verges de zinc furent dissoutes avec beaucoup plus de rapidité, et que du gaz hydrogène se dégagea de toutes les verges d'argent. Dans une autre expérience où plusieurs des mêmes verges furent introduites à des distances égales, dans des tubes étroits de verre, on trouva que des quantités égales de gaz hydrogène étaient produites.

36. Il semble absolument nécessaire, afin que les pouvoirs de l'appareil voltaïque puissent se développer, que le liquide entre les plaques soit susceptible d'éprouver un changement chimique; ce qui paraît se lier avec le caractère que possède la double polarité d'être rendue positive à une surface et négative à l'autre. Il y a des conducteurs imparfaits qui, lorsqu'ils font partie d'un circuit voltaïque, ne peuvent recevoir qu'une seule espèce d'électricité, et que pour cela M. Ehrman, qui les découvrit, nomma *corps unipolaires*. Du savon parfaitement sec et la flamme du phosphore en combustion, que l'on met en rapport avec les deux extrémités de l'appareil voltaïque et en même temps avec le sol, déchargent seulement l'électricité négative. La flamme de l'alcohol, l'hydrogène, la cire et les huiles, déchargent, sous les mêmes circonstances, seulement l'électricité positive; mais tous ces corps, lorsqu'ils ne communiquent qu'avec un seul pôle de la pile et aussi avec le sol, font cesser la divergence des feuilles d'or d'un électromètre qui communique également avec ce pôle. Il n'est pas difficile de démontrer ces

phénomènes, par le moyen de deux cents doubles plaques soigneusement isolées, pourvu que l'air dans lequel on opère soit sec. On fera communiquer avec chaque extrémité de la pile un électromètre à feuilles d'or, isolé et portant un fil de métal mobile. Si l'on met en contact chacun des électromètres avec du savon qui est lui-même en rapport avec le sol, la faible divergence des feuilles d'or viendra à cesser. Lorsque le savon est mis en communication avec les deux électromètres et en même temps avec le sol, les feuilles de l'électromètre en rapport avec l'extrémité terminée par le zinc continueront de diverger, et celles de l'autre électromètre se rapprocheront. L'inverse de ces effets se fait remarquer lorsque la flamme d'une chandelle est portée en communication avec les deux électromètres et en même temps avec le sol.

Les conducteurs unipolaires sont incapables de devenir actifs dans une partie quelconque de la pile, et, sous ce rapport, ils ressemblent aux non-conducteurs. Il est probable que plusieurs de ceux-ci, si on les examinait dans leurs rapports avec des électricités peu intenses, montreraient de semblables différences.

37. On ne connaît aucun liquide, à l'exception de ceux qui contiennent de l'eau, qui puisse servir de communication entre les métaux ou le métal de la batterie voltaïque; et dans les cas où l'on a dit avoir construit des batteries avec des métaux et du papier, ou des métaux et de l'amidon, ou autres substances semblables, les faibles effets qu'on a obtenus ont été entièrement dus à une petite quantité d'eau qui adhérait à ces substances, lesquelles n'agiraient pas si el-

les étaient soigneusement séchées. L'appareil que M. De Luc nomme colonne électrique, lequel est formé de zinc, de feuilles de laiton et de papier, et qu'il semble considérer comme une combinaison différente de la pile de Volta, paraît n'être qu'un faible appareil voltaïque dans lequel la quantité d'électricité n'est pas suffisante pour produire des changemens chimiques ou des phénomènes distincts d'ignition, mais où l'intensité de la faible portion d'électricité, lorsque la combinaison monte jusqu'à 4 ou 500 accouplemens, suffit pour affecter l'électromètre et agir à travers une couche d'air.

— M. Zamboni, à Vérone, vient d'obtenir d'une pile sèche qu'il a montée avec les papiers dits doré et argenté, non-seulement une divergence électrométrique considérable et une charge transportable sur des corps armés, mais encore des étincelles assez fortes pour ressembler parfaitement, comme s'exprime l'auteur, à celles de la seconde décharge d'une bouteille de Kleist.

M. Zamboni a découpé en huit morceaux quarrés des feuilles de papier couvert d'étain et de cuivre, que vulgairement on nomme papier argenté et papier doré. Il les a accouplés en élémens de pile, en mettant les surfaces métalliques en regard, et les a accumulés au nombre de 1000, les contenant et les forçant au contact en les comprimant fortement dans une presse, à la manière des relieurs. Cette monture était partagée en deux sections de 500 couples chacune et formait deux piles séparées que, par les communications connues, on pût réunir en une seule.

Ces sections de pile étant combinées entre elles fi-

rent battre, contre les parois du verre, les feuilles d'or de l'électromètre qui en étaient distantes d'un pouce, et cela sans le secours du condensateur. On sait que dans les piles humides, même les plus énergiques, les indications sur l'électromètre ne se manifestent pas avec autant d'intensité, si l'on ne concentre la charge par la condensation, et que même avec ce secours il faut une pile au moins de 100 couples pour obtenir, sur l'électromètre, une divergence tant soit peu sensible.

L'auteur, espérant d'autres effets de sa pile, en fit communiquer entre elles les extrémités à l'aide d'un arc d'excitement, et obtint les étincelles dont il a été parlé. Une bouteille de Leyden introduite dans le cercle ne resta pas plus d'une demi-minute à se charger à la même tension que la pile ; mais quant aux phénomènes, dit l'auteur, qui dépendent d'un courant rapide et continu du fluide électrique, tels que la saveur, la secousse, la décomposition de l'eau, etc., il était facile de prévoir qu'ils devaient tout-à-fait manquer dans le nouvel appareil, à cause du retardement que la charge éprouve en passant d'un couple à l'autre, au travers d'un conducteur imparfait. Ce retardement est si grand que, pour obtenir deux étincelles de suite, il est nécessaire de laisser un intervalle de deux ou trois secondes pendant lequel l'appareil puisse se remonter. L'auteur pense qu'en multipliant assez le nombre des feuilles accouplées on parviendrait à suppléer par la force à la vitesse, et qu'à la fin on obtiendrait au-moins autant d'efficacité que d'une bonne machine électrique.

M. Zamboni, en partageant sa pile sèche en deux tas

ou sections, et en faisant osciller entre les deux, à distance de décharge électrométrique, une aiguille dont, par un procédé ingénieux, il avait rendu le mouvement comparable en le combinant avec les oscillations magnétiques d'une aiguille aimantée, a non-seulement converti son appareil en hygromètre marquant les tensions changeantes par l'effet de l'humidité, mais est parvenu à le faire servir d'électromètre de comparaison, tant pour les indications atmosphériques que pour celles ordinaires.

Par le mécanisme si subtil de substituer une aiguille aimantée à une aiguille ordinaire, l'auteur a non-seulement obtenu que l'aiguille se détachât plus facilement des pôles, mais qu'elle trouvât un point de repos dans la direction de son méridien, vers lequel elle est sans cesse ramenée. L'aiguille, qui oscille dans l'espace d'un pouce, exécute ainsi ses mouvemens avec beaucoup de régularité et presque sans interruption.

L'auteur, pour rendre son appareil électrico-hygrométrique en même temps un électromètre de comparaison, est parti de la démonstration de Coulomb, d'après laquelle une force qui s'équilibre avec l'aiguille magnétique en la tenant détournée de son méridien, est proportionnelle à l'angle de déclinaison, et il a senti que l'électricité étant supposée cette force déviatrice sa tension devait également être proportionnelle à l'angle de la même déclinaison.

L'auteur est parvenu à rendre l'effet de sa pile à-la-fois plus intense et plus prompt, en réduisant de moitié l'épaisseur du papier entre les surfaces métal-

liques accouplées. Nous n'avons pû lire encore que la première partie du mémoire de M. Zamboni, dans le dernier bimestre du journal de Brugnatelli. —

Il est très-probable que le pouvoir de l'eau de recevoir les doubles polarités et de dégager de l'oxigène et de l'hydrogène soit nécessaire au travail continu de l'appareil en communication, et que les acides et les corps salins augmentent l'action en fournissant des élémens qui, lorsqu'ils s'excitent mutuellement, possèdent des électricités opposées. L'action des menstrues chimiques renouvelle sans cesse les surfaces du métal; et l'on peut concevoir que, par une suite de cet effet, l'équilibre électrique est alternativement détruit et rétabli, les changemens s'opérant en des durées de temps imperceptibles.

On peut démontrer, par une expérience très-simple, la manière dont les liquides aqueux reçoivent et communiquent la polarité électrique. Laissez nager sur de l'eau, dans une auge étroite, un certain nombre de surfaces métalliques minces ou des fils applatis, par exemple d'étain, et faites plonger, dans les extrémités les plus éloignées de l'auge, les deux fils d'une batterie voltaïque de 1000 doubles plaques, les métaux surnageans l'eau, acquerront de suite de la polarité électrique, et les pôles positifs et négatifs se trouveront opposés les uns aux autres dans un ordre régulier. Le pôle du métal opposé au fil positivement électrisé sera trouvé négatif et dégagera de l'hydrogène, et l'autre pôle déposera de l'oxide. Le fil le plus rapproché de celui-ci présentera l'ordre alternatif; ce qui sera répété dans tous les autres. Les pôles, les

plus éloignés de la ligne droite du circuit, seront les derniers affectés. Si la batterie est fortement activée, les divers fils s'attireront par leurs pôles opposés, et le cercle se trouvera à la fin clos sous la production de vives étincelles. Les phénomènes sont parfaitement analogues à ceux produits par le magnétisme, lorsqu'un nombre de fils aplatis de fer doux nageans sur l'eau sont rendus magnétiques par les pôles opposés de deux forts aimans ; chaque fil prend un pôle nord et un pôle sud, et dans l'alternation, les différens pôles s'attirent mutuellement.

L'eau n'est le seul corps qui puisse animer la charge de la pile que parce qu'elle est le seul qui contienne du calorique propre à être converti en fluide électrique et qui soit facile à le déposer. L'eau a besoin de se soascomposer dans son calorique, pour, par cet agent, exciter et entretenir la charge sur le corps de l'appareil, et celui-ci a également besoin de décomposer l'eau dans son oxigène et son hydrogène, et, par conséquent, de la surcomposer par du calorique, pour, entre ses poles, oxider et réduire. Le calorique déposé par l'eau qui se surhydrogène en se combinant avec un métal en substitution d'une partie de l'hydrogène de celui-ci, lequel calorique n'est pas de nature spécifique ou de transmutation de forme, mais de véritable combinaison chimique avec l'oxigène, et, de ce chef, plus tendu que le calorique de combinaison physique, ce calorique, dis-je, paraît d'une qualité très-propre à être modifié en fluide électrique, et il est sur-tout de la cathégorie requise pour compléter de sa substance l'eau d'oxidation, au degré où elle peut être substituée par l'hydrogène ; car le calorique que l'eau dépose pour oxider est de la même tension que celui qu'elle reprend pour sortir d'oxidation. Cependant, il ne reste pas de cette qualité à cause que la pile, en le concentrant et lui prêtant une voie d'application et de conduction, le surtend en fluide électrique, comme le prouve, en premier lieu, la nature connue du fluide de cet appareil, et, en second lieu, les phénomènes d'ignition, de commotion et de gazification de l'oxigène qu'il produit, et qui ne peuvent

être les effets d'un calorique seulement spécifique ou de fosion et de gazification non permanente.

Le calorique que l'eau dépose en s'engageant en oxidation est toujours da constitution chimique, et il n'y a qu'un engagement de plusoxidation qui puisse se borner à en séparer seulement le calorique spécifiqoe; mais il est bien loin de s'y arrêter toujours, et si la gaz acide sulfureux se plusoxide par de la glace sans davantage en déplacer du caloriqua, l'oxide da potassiou s'échauffe jusqu'au rouga avec l'eau concrète.

La déconverte de M. Zamboni, sur laquelle nous nous sommes un peu étendus à cause da l'extrême intérêt qu'ella présente en électricité, en établissant la comparaison entre un excitement sec et un autre humide, ne laisse plus rien à ajouter à ce que nous avons dit sur la mécanisme de ces effets.

Nous voyons la pile sèche produire les diverses activités électriques qui n'exigent pas une succession de matière ni un grand effort, des indications électrométriqoes et des étincelles tirées à une faible distance d'explosion, mais point da secousses qui demandent une charge par soustraction ou un transport considérable de fluida, et encore moins des décompositions chimiques pour lesquelles le fluide doit pouvoir être distrait et continuellement fourni; or, dans une pile sèche, il n'y a qu'une charge unique, qui nalt de la différente capacité d'application en raison de la qualité davantage oxidable ou plus hydrogénée du métal, qui se met dans le rapport do positif, et que l'interposition d'un sémi-conducteur, dont le fluide répandu réagit sur celui appliqué, excite en charge d'armement. La distraction du fluide d'un tel appareil le mettrait en entier dans le rapport du négatif et l'obligerait à équilibrer son état par une accumulation de positif dans l'air, où l'on devrait successivement remettre toutes ses parties en communication ovec le sol.

Au contraire, dans une pila humide, la perte du floide entre les poles do l'appareil est sans cesse remplacée sur son corps, et si la matière de sa charge se décompose ou se combine, elle est à mesure recomposée ou décombioée, et l'activité ne s'éteiot qu'avec l'épuisement de la source, laquelle elle-même n'est tarie que par l'entière oxidation du métal ou la satisfaction de son affinité avec l'eau.

38. Il est évident, d'après toutes les expériences, qu'il existe du rapport entre la décomposition des agens chimiques et l'énergie de la pile. On n'a jusqu'ici fait aucune objection solide contre la théorie d'après laquelle le contact des métaux rompt l'équilibre et les changemens chimiques le rétablissent, et qu'en conséquence l'action subsiste aussi long-temps que les décompositions continuent d'avoir lieu; et cette conclusion est confirmée par les dernières recherches de MM. Gay-Lussac et Thénard, sur la grande pile construite par ordre du gouvernement de France. Une expérience remarquable sur l'électrisation du mercure, que j'ai tout nouvellement faite, démontre la manière dont les changemens chimiques rétablissent l'équilibre de l'électricité. Dans un vase contenant de l'eau de source commune, ou quelque autre eau qu'on imprègne d'un peu de substance saline, on met un petit nombre de globules de mercure, et l'on introduit jusqu'au fond du vase et en sens opposés les deux fils d'une batterie de 1000 doubles plaques modérément chargée; aussitôt que le cercle est rendu complet, le mercure commence à s'agiter violemment; chaque globule s'allonge vers le pôle positif, et conserve sa forme sphérique dans la partie opposée au pôle négatif; de l'oxide se développe à cette partie, laquelle est positive, mais il ne se dégage point d'hydrogène à la partie qui est négative; et l'oxide passe, par un courant rapide, du pôle positif vers celui négatif: aussi long-temps qu'il ne se dégage point d'hydrogène, les globules de mercure continuent d'être agités, et un courant d'oxide vole avec une grande rapidité des surfaces positives vers celles négatives; et les surfaces négatives du métal s'approchent avec célérité de celles positives, lesquelles res-

tent sans se mouvoir. Rend-on, par une plus forte imprégnation saline le pouvoir conducteur de l'eau plus intense, ou fortifie-t-on la charge de la batterie, de l'hydrogène se dégage aussitôt des pôles négatifs, et, dès cet instant, les globules deviennent stationnaires; comme si le même pouvoir qui donnait du mouvement aux globules, était neutralisé, ou s'épuisait pour le* dégagement du gaz. Il s'allie à l'action de l'électricité sur le mercure tenu en contact avec de l'eau plusieurs autres phénomènes remarquables, que l'on pourrait alléguer en faveur de l'opinion que l'attraction chimique et celle électrique dépendent de la même cause, et qui pourraient conduire à de nouvelles vues concernant les élémens de la matière; mais cette considération appartient proprement à une division plus avancée de cet ouvrage.

* Dans cette belle expérience, l'hydrogène chargé d'électricité semble, par manque d'énergie dans la pile ou faute de conducteur, se porter vers le pole qui a fourni du fluide à l'eau par laquelle l'hydrogène a été déplacé d'avec le métal, comme l'oxide se porte vers le pole où le fluide est en excès, et dont l'état est opposé au sien. On doit remarquer que dans l'oxidation d'un métal thermoxigène, au nombre desquels le mercure appartient, le fluide électrique se concentre dans l'eau jusqu'au degré où l'oxigène de ce liquide en est suffisamment saturé pour thermoxider le métal, et que c'est seulement lorsque les piles sont très-actives et que la conduction est assez parfaite que l'eau est décomposée et que son oxigène devient thermoxidant, au lieu que dans le premier cas, c'est par l'effet de sa calorication et en se substituant, sans se décomposer, à l'hydrogène du métal, qu'elle thermoxide. L'hydrogène condensé et appliqué sur le mercure, conjointement avec le fluide électrique, ne peut, jusqu'à ce que le fluide ait pu faire explosion sur le pole négatif, se mettre en dégagement; mais dès l'instant que soit l'action galvanique, soit la transmissibilité sont renforcées, le travail reprend son cours ordinaire, et l'hydrogène, séparé de l'eau ou déplacé d'avec le métal, se dé-

gage à la surface négative, et l'oxide se dépose à celle positive. Cette expérience démontre encore que l'oxidation est, dans tous les cas, un effet sécondaire, et que les ingrédiens de cette composition, qu'elle ait lieu par l'eau indécomposée ou par l'oxigène de ce liquide, doivent se trouver en contact avec le pole positif auquel seul la synthèse des corps, par oxidation, peut s'effectuer; et l'eau caloriquée doit pouvoir s'y transporter en entraînant le métal encore réduit. Ce cas, je crois, est le seul où un tel transport de l'eau s'opère sans que ce liquide soit décomposé, malgré qu'après l'oxigène l'eau soit le corps le plus électro-négatif existant; mais sa facile décomposition, et le défaut d'un corps électro-positif qui lui soit opposé fait que presque jamais il ne peut se comporter comme oxide. Ce qui démontre, en même-temps, que la pile n'agit chimiquement qu'autant que son fluide puisse se partager, ou qu'il trouve un corps sur lequel il puisse s'appliquer, en même-temps qu'avec un autre il se combine; d'où résulte, d'un côté, un état positif qui se porte vers le pole négatif, et, de l'autre côté, un état négatif qui se porte vers le pole positif, où une charge fixée et polairement distribuée, laquelle doit être le produit comme elle est le but de toute activité électrique.

Dans l'expérience de l'auteur, le défaut de corps opposé fait que cet état ne peut s'établir. Lorsque la pile décompose un oxide, le métal est l'opposé de l'oxigène, et la charge fixée se trouve immédiatement établie, et la même chose arrive lorsque les principes de l'eau sont désunis; et alors il s'excite une action entre les deux corps les plus opposés en qualité électrique; mais entre de l'eau et du mercure, qui ne sont pas unis en vertu d'un défaut de calorique, il ne peut exister aucune action distribuante sur le fluide électrique que l'un ne peut accumuler parce que l'autre ne peut le fixer, et un excitement de charge ne peut avoir lieu; et lorsque par la charge fortifiée et la conductibilité accrue la distribution électrique s'établit, c'est entre les principes de l'eau et non entre le métal et ce liquide que cet effet a lieu. De l'hydrogène, qui n'est pas encore déplacé d'avec un métal, ne saurait s'exciter électriquement avec son oxide ni avec l'eau, le déplacement étant un effet postérieur à l'excitement. Cependant l'eau, dont l'oxigène, par l'addition du calorique, est élevé au degré du thermoxigène, se substitue à l'hydrogène oxidable du mercure, et ce métal en devient

du thermoxide hydraté par de l'eau ayant un surproportionnement considérable de calorique. Ce dernier effet demande une explication.

Les thermoxides ne sont pas immédiatement plusoxidables par l'eau à cause qu'un liquide, qui n'a point assez de calorique pour oxider des combustibles thermoxigènes, doit encore moins en avoir pour les plusoxider, à cause que la première opération se fait sous une déposition beaucoup plus forte de calorique que la seconde, ou par de l'oxigène beaucoup plus condensé; et lorsqu'un acide sature un thermoxide, c'est plutôt l'hydrogène du premier qui s'attache à l'oxigène du second, que l'oxigène de celui-ci à l'hydrogène de l'autre; mais la pile, par une dose additionnelle de calorique, peut déterminer la plusthermoxidation des thermoxides par de l'eau, comme elle la détermine par de l'oxigène. Une telle combinaison est une hydratation par de la vapeur, et si après sa soustraction à l'influence de la pila elle pouvait se maintenir, il n'y a pas de doute qu'elle ne détonnât sous un fort dégagement de chaleur: un tel engagement existe avec de l'hydrogène fortement déposé ou sans réaction sur l'oxigène que le calorique y satura presque au degré de gaz.

Il résulte encore de ce que le mercure en s'oxidant par l'oxigène de l'eau fixe du calorique en place d'en désengager d'avec ce liquide, que la charge qui rencontre un obstacle qu'elle ne peut franchir faute de conduction, après avoir dépensé une partie de sa substance pour concourir à l'oxidation du métal, retourne, sans avoir éclaté, vers le pole d'où elle est partie. Il ne peut y avoir d'autre cause de l'allongement du mercure vers ce pole, que la rétrocession du fluide à qui la mobilité du métal permet de s'en faire une voie de transport. Rompt-on cet obstacle en rendant l'eau plus conductrice ou l'appareil plus agissant, les états alors s'échangent, le fluide fait explosion, et l'oxide négatif se porte vers le pole positif, comme l'hydrogène positif se porte vers le pole négatif.

Comme dans l'expérience de l'auteur les divers effets désharmonisent avec la véritable action de la pile, on ne doit pas être surpris de la tourmente que le mercure y éprouve.

39. L'illustre inventeur du nouvel appareil électrique lui a donné le nom d'appareil électromoteur, et il a basé la théorie de son travail sur l'opinion franklinienne de l'existence d'un fluide électrique, pour lequel certains corps auraient des attractions plus fortes que d'autres ; et il concevoit que dans sa pile la plaque supérieure de zinc attirait l'électricité de la plaque de cuivre immédiatement au-dessous, celle-ci de l'eau, puis l'eau de la plaque contiguë de zinc, cette plaque encore de celle contiguë de cuivre, et ainsi de suite.

Cette hypothèse s'adapte heureusement à l'explication de la plupart des phénomènes de la pile isolée et de celle mise en rapport avec le sol par l'une et l'autre de ses extrémités; mais elle n'explique pas aussi clairement les pouvoirs de l'appareil communiquant en cercle, dans lequel on doit supposer que chaque plaque de zinc possède la même quantité de force électrique que chaque autre de cuivre; car le zinc ne peut recevoir qu'autant que le cuivre peut donner, à-moins toutefois de cousidérer les phénomènes de l'appareil commuuiquant en cercle comme dépendant de la circulation continuelle et rapide de la quantité naturelle d'électricité dans les différentes séries ; ce qui supposerait le pouvoir constant d'attirer l'électricité d'un corps et de la transmettre en même-temps à un autre corps.

40. Quelle que soit l'approximation la plus heureuse de la véritable théorie de l'instrument voltaïque, on ne peut presque pas douter que les organes électriques de certains animaux doivent leur activité à des arrangemens semblables entre des corps excitateurs. La

commotion que donnent l'aiguille électrique et la torpille, ressemblent à celle de l'appareil voltaïque; et le pouvoir réside dans des organes composés d'un nombre d'alternations semblables de différentes substances. Les effets sont analogues à ceux que produirait un appareil voltaïque à surface étroite, et consistant en séries très-nombreuses, mais très-peu actives. On a conçu que d'autres phénomènes de l'action vitale pouvaient être en liaison avec l'opération de faibles pouvoirs électriques, et, entre autres, la sécrétion; et quelques apperçus ingénieux ont été avancés à cet égard par le docteur Wollaston et par M. Home; et M. Brande a institué des expériences sur ce sujet. Ces recherches méritent d'être poursuivies comme pouvant tendre à éclaircir quelques fonctions importantes de l'économie animale; mais on doit se garder de les confondre avec les spéculations vagues, produites par quelques auteurs, d'après lesquelles l'action nerveuse ou de la sensibilité, et celle musculaire ou de l'irritabilité, dépendraient exclusivement de l'électricité. De pareilles spéculations sont de purs assemblages de mots tirés de phénomènes connus, et appliqués, sans raisonnement, à des choses inconnues. Les lois de la nature morte et de celle vivante paraissent être parfaitement distinctes. Des pouvoirs matériels sont mis à contribution pour les besoins de la vie, et les élémens de la matière reçoivent une distribution particulière dans les organes vivans; mais ce ne sont que les instrumens d'un pouvoir supérieur.

Comme des changemens électriques se passent presque continuellement dans l'atmosphère, et comme les différens corps qui composent la couche extérieure du globe se trouvent entre eux en différens rapports élec-

triques, il est très probable que plusieurs des changemens chimiques qui ont lieu dans cette couche sont influencés par l'action de faibles pouvoirs électriques; tels sont la décomposition de la surface des rochers, la modification des sols, la formation des acides et le développement des composés alcalins; et l'action réciproque des élémens dans la terre, la mer et l'atmosphère, peut être aidée ou modifiée par les circonstances de l'action générale électrique.

41. Pour ce qui concerne la grande question spéculative si les phénomènes électriques dépendent d'un fluide qui serait en excès dans les corps positivement électrisés et en défaut dans ceux négativement électrisés, ou de deux fluides capables par leur combinaison de produire de la lumière, ou si ces phénomènes peuvent consister dans un exercice particulier des pouvoirs attractifs généraux de la matière, il est peut-être impossible, dans l'état actuel de nos connaissances, de porter à cet égard une décision. On peut continuer d'appliquer l'électricité comme moyen de décomposition chimique et d'étudier ses effets, indépendamment de toute idée hypothétique concernant l'origine des phénomènes; et ces idées deviennent seulement nuisibles lorsqu'on les confond avec des faits. Quelques auteurs modernes ont assuré l'existence d'un fluide électrique avec autant de confiance qu'ils assureraient l'existence de l'eau; et ils ont même voulu démontrer que ce fluide est composé de plusieurs autres élémens; mais, en saine philosophie, il est impossible d'adopter des généralisations aussi prématurées. Franklin, Cavendish, Epinus et Volta, ces illustres défenseurs de l'idée d'un fluide électrique unique, ne

l'ont produite que comme hypothèse et comme expliquant d'une manière heureuse la plupart des phénomènes ; et aucun des faits qui ont été allégués en faveur de l'existence, soit d'un seul, soit de deux fluides, ne peut être considéré comme concluant.

Il résulte d'une expérience très-ingénieuse de M. Cuthbertson que, lorsqu'une succession d'étincelles électrique passe à travers la flamme d'une chandelle posée entre deux surfaces électrisées, la surface négative se trouve la plus fortement échauffée ; et l'on en a conclu qu'un courant devait passer de la surface positive à celle négative.

Cependant il est plus probable que ce phénomène dépend de la *qualité unipolaire* positive de la flamme du suif ou de la cire, de laquelle qualité il a été parlé ci-dessus ; car en supposant que la flamme devînt positive, ce qui semble être le cas, elle devrait être attirée par la surface négative et non par celle positive ; et cette manière de voir est confirmée par une expérience sur un arc de flamme que je fis éclater entre les deux pôles du grand appareil voltaïque de 2000 plaques. Le platine se fondit plus facilement dans l'extrémité positive que dans celle négative de cet arc, lequel était de l'air atmosphérique intensement rougi, au travers duquel l'électricité était déchargée. Si un courant mécanique avait eu lieu du pôle positif à celui négatif, la plus grande chaleur aurait dû se faire sentir à ce dernier pôle. Lorsqu'un fil de platine fût rendu positif et qu'on le portât en contact avec du charbon négatif, il rougit beaucoup plutôt et se fondit en globules plus gros que lorsqu'il était

rendu négatif et qu'on le porta en contact avec du charbon positif ; et que la différence ne dépendait point de la plus forte chaleur excitée par le charbon, cela parut résulter de ce que des phénomènes semblables eurent lieu, lorsqu'on fit l'expérience par le contact avec du mercure. Cependant, lorsqu'un liquide imparfait conducteur et tel que de l'acide sulfurique fût employé, l'inverse du résultat eut lieu ; le fil étant négativement électrisé et l'acide positivement, la pointe en contact avec la surface de celui-ci devint à l'instant rouge-blanc ; dans le cas opposé il éclata seulement une étincelle de lumière bleue.

L'apparence différente de la lumière aux pointes positivement et négativement électrisées a été citée comme favorable à l'opinion d'un fluide qui passerait de la surface positive à celle négative. Ce phénomène se montre aussi bien dans la décharge voltaïque que dans celle ordinaire ; car lorsque l'arc de flamme passe au travers de deux pointes de charbon, un point de lumière blanche vive se fait toujours appercevoir à le pointe négative, et des rayons semblent diverger à la pointe positive. J'ai reconnu que l'effet de la différente apparence lumineuse aux pointes diversement électrisées ne dépend point de la nature du milieu élastique, car il a également lieu dans les gaz hydrogène, acide carbonique et chlorine, quoiqu'il soit moins distinct dans les gaz les plus pésans, probablement à cause que ces gaz sont de moins bons conducteurs ; mais les apparences différentes de la lumière qui éclate des diverses parties du circuit électrique ne peuvent pas, à meilleur titre, être alléguées en faveur d'un fluide

spécifique que ne peuvent l'être les changemens chimiques qui sont produits aux différens pôles.

Lorsque par la décharge d'une jarre électrique on perfore une feuille de papier ployée, on remarque de part et d'autre un rebord ; ce qu'on peut alléguer comme un argument défavorable à l'idée d'un fluide qui passerait à travers le papier, car ce fluide devrait pénétrer dans une seule direction ; et l'expérience est favorable à cette autre idée que l'électricité serait une manifestation de pouvoirs attractifs agissant dans des combinaisons particulières, puisqu'on peut concevoir que la partie du papier qui était négative ait été violemment attirée vers la surface positive, et la partie qui était positive vers la surface négative, au moment où la décharge a eu lieu.

Il serait superflu de vouloir pénétrer plus avant dans cette partie obscure du sujet. Quelles que soient les vues auxquelles on s'arrête, on doit supposer que des pouvoirs actifs s'exercent sur certaines espèces de matière, et que l'impulsion doit, en dernier résultat, dériver de la même source. On ne peut dire qu'aucune chose, dans l'univers, soit automatique, comme on ne peut dire que quelque chose soit sans but. On peut trouver un parallèle imparfait dans les inventions des hommes ; des ressorts peuvent faire mouvoir d'autres ressorts et les roues des aiguilles ; mais le mouvement régulier et la bonne direction doivent venir de l'artiste. Des sons peuvent être excités par des ondulations dans l'air, et ces ondulations peuvent être produites par des cordes de musique ; mais l'impulsion et la mélodie doivent être l'ouvrage du musicien.

Encore une fois, nous ne savons quels doutes raisonnables on pourrait élever contre la nature matérielle du fluide électrique, après tout ce qui est connu sur les combinaisons que ce fluide contracte avec les corps, et sur la manière dont il intervient par sa substance, et exerce des affinités dans leur composition et décomposition.

Le fluide électrique n'est toutefois pas, ainsi que nous l'avons déjà dit, d'origine terrestre, mais, comme la lumière dont elle est une modification, elle émane du soleil; et, à-moins de regarder la lumière et la chaleur comme des qualités, on ne peut refuser le titre de corps au fluide électrique; et dans l'hypothèse de l'immatérialité de cet agent, il faudrait que l'oxigène se gazifiât par une force et que l'hydrogène soit représenté près de l'oxigène et déplacé d'avec ce principe par une qualité, et que ce soit par un non-être que nous voyons et que nous éprouvons la sensation de la chaleur. Ce dernier serait le moins difficile à soutenir, à cause du parallèle dans lequel on peut mettre cette sensation avec le froid.

Un autre phénomène dont on regarde encore plus généralement la cause comme immatérielle est le magnétisme. Cependant, un grand nombre d'expériences récentes tendent à établir que cette cause est identique avec celle de l'électricité. On savait déjà qu'une aiguille qu'on fait traverser par la décharge électrique s'aimante, et que la direction des poles change avec le changement des communications. Un fil de fer que l'on tire ou que l'on bat en pointe prend de la polarité, et la pointe se tourne vers le nord. Des aiguilles de fer qu'on présente par la pointe à de la lumière réfléchie par l'esprit de vin, et sans doute par d'autres surfaces, après avoir été réfractée par un segment de sphère concave-convexe, et qui dans sa réflexion repasse sous un certain angle par la même courbure du verre, s'aimante très-fortement et retient long-temps la polarité acquise. J'ai toujours vu que des aiguilles qui pouvaient librement se mouvoir sur l'eau devenaient spontanément aimantées, et qu'après quelque temps on les trouvait, par leur pointe, tournées vers le nord. Il paraît suffire que les corps susceptibles de s'aimanter puissent prendre la direction propre pour qu'ils distribuent, spontanément ou sans communication, leur fluide naturel en charge magnétique. Enfin M. Morichini, de Rome, vient de faire connaître que des aiguilles qu'on tient plongées dans le bord extrême de la bande vio-

lette du spectre solaire deviennent fortement magnétiques, et il tire de cette expérience la conclusion que le fluide qui anime l'aimant est lancé vers le globe par le soleil de la même manière que le sont les fluides de la lumière et de la chaleur.

La lumière aussi se polarise, et l'inégale distribution de la chaleur dans un corps qui se refroidit pourrait bien avoir quelque rapport avec une polarisation thermométrique. Un plat d'étain, au sortir de l'eau bouillante, présente toujours un côté par lequel on peut le toucher tandis que l'autre côté brûlerait la main. La distribution polaire est un équilibrement par partie raréfiée et partie condensée entre la substance d'un fluide que sa force répulsive, par rapport au globe, fait répugner à la concentration.

Le magnétisme pourrait donc bien aussi être une modification du fluide calorique, s'établissant en pôles dans le fer et le nickel, et se trouvant ainsi naturellement établi dans les aimans natifs.

Divers aimans se distribuent entre eux en côté positif et côté négatif, lesquels côtés s'attirent ; et, lorsqu'il se trouvent en regard, ils se fixent de la même manière que des charges électriques opposées. Ce qui fait que les pôles de même nom semblent se repousser, tandis que ceux de nom différent ne font que s'attirer.

Deux aimans, dont la charge est naturellement double, se distribuent par l'adhérence entre leurs pôles de nom différent en charge simple ; ce qui prouve que les atmosphères, dans la charge magnétique, peuvent indéfiniment s'allonger.

Quant à la préférence à accorder à l'un ou l'autre des systèmes électriques établis, cette question est depuis long-temps résolue aux yeux des bons esprits. Tout, dans les phénomènes électriques, s'accorde avec l'admission d'un seul fluide éminemment élastique, capable de s'appliquer sur les corps conducteurs et les conducteurs imparfaits, tendant vers l'équilibre avec une force proportionnée à sa condensation, cherchant toujours à occuper la plus grande extension sans cesser d'être appliqué, et se plaçant ensuite de cette

dernière propriété, sur la circonférence la plus extérieure des corps. Comme ce fluide excite dans les corps qu'il pénètre faute de pouvoir s'y appliquer des états d'électrisation opposée, lesquels états sont pour lui un moyen de s'y fixer, il produit le même excitement dans tous les points où il est forcement accumulé; et si dans ce point l'équilibre ne se trouve pas établi par communication, il l'est du-moins par déplacement ou répulsion dans un point contigu. Dans le système monofluide, toutes les explications sont naturelles; la condensation dans un point détermine la raréfaction dans l'autre, et *vice versâ*; la raréfaction détermine la condensation. Il n'y a de rupture que dans ce point, et cette rupture n'est encore que dans la manière dont le fluide est distribué et nullement dans sa quantité ou dans son rapport absolu avec les points environnans, et l'action se borne à la portion de l'espace où le phénomène se passe.

Dans le système dualistique, toutes les explications sont forcées; et outre que l'admission d'un agent de plus complique ou double les causes, l'antipathie qu'on suppose régner entre les fluides de même nature, et l'affection entre ceux de nature différente, ne sauraient se concilier avec l'adage : *simile simili gaudet*, lequel n'a d'exception pour aucun corps ou force connus; de plus, on conçoit mal comment dans un fluide dont tous les efforts tendent au repos, ce repos pourrait être troublé par la présence, soit sur les lieux, soit dans le voisinage, de l'un ou l'autre de ses élémens forcement mis en mouvement et accouduit ou enlevé; ce qui pourrait au plus, au contact, procurer une surcombinaison et, à distance, aucun effet. L'oxide d'un sel est-il déplacé par son semblable d'avec l'acide auquel il est uni? L'hypothèse symmérique soutient l'affirmatif de cette question, et ses raisonnemens, d'ailleurs si compliqués et si diffus, sont tous entâchés du vice de cette proposition radicale.

Dans l'hypothèse franklinique, rien n'est déplacé ni repoussé. L'état condensé qu'on soustrait au sol pour l'accumuler sur le conducteur détermine autour de celui-ci un état raréfié dont le fluide va rétablir l'état de soustraction du sol; ou, en termes du système, le positif de l'atmosphère négative du conducteur rétablit sur le sol l'équilibre à mesure qu'il est rompu, et lorsque le frot-

toir est isolé, ce positif excite autour de son négatif une atmosphère de sa nature, et établit une seconde charge, mais de qualité opposée.

On peut ajouter que les corps d'où les deux fluides ont tiré leurs noms ne les fournissent respectivement que d'une manière très-relative, le verre frotté avec une peau de chat manifestant une électrisation négative, et la résine frottée avec un métal une électrisation positive; ce qui dépend entièrement du rapport de la faculté conductrice entre le corps frottant et celui frotté. Le corps qui est meilleur conducteur fournit le fluide, par la raison qu'il peut mieux en réparer la perte aux dépens du sol et plus aisément le transmettre; et celui qui est moins bon conducteur l'accumule, parce qu'il le reçoit par distribution dans sa masse s'il est isolateur ou sémi-conducteur, et qu'il le transmet difficilement. Cette relativité existe pour tous les corps, et l'on peut à peine douter que de deux surfaces métalliques, de qualité conductrice et de capacité d'accumulation différentes, qu'on frotterait l'une contre l'autre en les tenant isolées, le meilleur conducteur ne devînt plus ou moins négatif, et l'autre plus ou moins positif.

Le système dualiste admet, comme celui monofluide, un excès d'électricité sur la surface positive et un défaut sur celle négative, puisque dans un corps armé la première surface a deux de fluide vitreux et un de fluide résineux, et la seconde surface seulement un de ce dernier fluide. Ce système doit encore faire, entre ses deux fluides, la différence de la condensation et de la raréfaction, puisqu'un corps armé, sur l'une des surfaces duquel on accumule du fluide résineux, au lieu de repousser simplement de l'autre surface le fluide de son nom, comme lorsque l'accumulation est vitreuse, y attire le fluide vitreux du sol; ce qui ne devrait pas être si les deux fluides avaient une égale densité. Je sais que dans ce cas on dit que la charge existe par décomposition au lieu d'exister par addition; mais alors on convient que l'accumulation résineuse ne peut être faite sinon par attraction; ce qui équivaut à l'aveu que le résineux consiste en une soustraction ou absence de fluide.

Si l'on disait qu'un corps armé qui se charge vitreusement

attire du sol, du fluide résineux sans rien céder ou repousser de son fluide naturel, alors l'une surface aurait deux de fluide vitreux et un de fluide résineux, et l'autre, deux du dernier fluide et un du premier; la charge serait équilibrée en quantité de matière, mais, après la décharge, les surfaces auraient un excès en fluide naturel égal à un quatrième, ou, suivant la règle du système, le corps ne pourrait être déchargé, car un excès ou un défaut de fluide indécomposé est un état de choses dont ce système ne peut admettre l'existence, et qui cependant existerait dans la supposition que nous venons d'établir, à-moins d'admettre qu'un excès ou un défaut de fluide indécomposé peut exister dans les corps sans y être apperçu; mais alors encore il faudrait que le corps, en le supposant isolé, auquel l'armure enlève du résineux, se trouvât avec un défaut absolu de fluide, puisqu'il céderait sans rien recevoir, et cependant son état est vitreux par addition, puisque, sans communiquer avec une charge résineuse, il peut répartir son état et en communiquer un qui ne soit pas par du fluide décomposé.

D'après cela, il y a, dans le système bifluide, charge possible par soustraction de l'un et l'autre fluide, mais impossible par addition de fluide résineux, car une surface résineusement accumulée devrait repousser du fluide, comme celle résineusement soustraite en attire: ce dernier seul a lieu dans tous les cas.

Ceux qui auraient prétendu que le positif est de la matière de la lumière et le négatif de la matiere de la chaleur, et leur union, du fluide électrique proprement dit, n'auraient rien avancé d'irraisonnable et auraient préludé aux systèmes électro-chimiques actuels. Une telle vue aurait été pleinement d'accord avec le phénomène de feu ou de lumière et de chaleur que produit l'union des deux états dans un milieu sur lequel le fluide recomposé ne peut de suite s'appliquer, et sur-tout avec l'élasticité intermédiaire à ses élémens supposés qu'on lui a reconnu. Il resterait à savoir comment dans la charge, où le fluide doit être résous en ses élémens, de la lumière peut être libre sans éclairer, et de la chaleur sans échauffer, à-moins de dire que ces qualités soient éteintes par l'application ou paralysées par la fixation.

Quant à l'expérience de la fusion du platine dans un arc de fluide

détaché qui, comparativement à ce qui a lieu par la flamme d'un corps allumé, devrait plutôt se faire vers la surface négative que vers celle positive, nous observerons que le cas est absolument différent, car, dans l'expérience avec la flamme, c'est du calorique étranger, et qui n'est point reçu en application par la surface négative, que le courant électrique entraîne en s'en faisant une voie de conduction, tandis que, dans celle sur la fusion du platine, c'est le fluide même qui échauffe et fond; et que sa substance s'applique aussitôt que la surface négative vient avec elle en contact, ce qui à l'instant la met hors d'action. C'est le retardement qu'éprouve le fluide dans son transport, qui lui fait produire les effets de fusion et d'ignition; et l'accumulation doit être la plus grande là où il y a affluence sans passage proportionné. Sur un métal bon-conducteur, rien de semblable ne peut avoir lieu, et, s'il se faisait une fusion, ce serait le long du fil, et aussitôt au point où la transition est interrompue qu'à celui où la conduction subsiste, ou en même-temps vers le négatif et vers le positif.

De même, lorsque du charbon est placé entre le platine et la surface négative, le fluide plus retardé en est plus actif à fondre et à faire rougir; et lorsque le même corps se trouve entre le platine et la surface positive, le retardement est en faveur du charbon qui retient le fluide et l'empêche, en grande partie, de passer le long du platine vers la surface négative; et le mercure, en produisant des effets semblables, achève de prouver que le positif est une accumulation et le négatif une soustraction.

Lorsque le liquide interposé est de l'eau rendue assez conductrice pour la disposer à la décomposition, la part de la charge appliquée sur l'hydrogène qu'elle transporte, étant retardée par un corps qui est faible conducteur, le fait naturellement rougir, tandis qu'en avant de l'eau acidulée, où la part du fluide qui reste à l'oxigène s'y combine, ne fait paraître qu'une étincelle d'explosion.

VIII. *Sur l'analyse et la synthèse ; sur les circonstances à observer dans ces opérations, et sur la distribution des corps indécomposés.*

1. On dit qu'un corps est composé lorsqu'il est susceptible d'être résout en d'autres formes de matière ; ainsi, en échauffant fortement, pendant une heure, de la magnésie effervescente (souscarbonate de potasse), dans une cornue de verre vert au col de laquelle on a adapté une vessie flasque, on recueillera, dans la vessie, un fluide élastique ; et, en examinant la magnésie, on trouvera qu'elle a perdu de son poids, et qu'elle est altérée dans ses propriétés : elle ne fait plus effervescence avec les acides et elle est plus rude au toucher. Le poids du fluide élastique recueilli dans la vessie est exactement égal à celui perdu par la magnésie ; on ne peut, par aucun moyen, le convertir en magnésie, et la magnésie effervescente donne seulement une quantité limitée de ce fluide ; ainsi, il est évident que la magnésie effervescente est composée d'une matière qui peut être portée à l'état gazeux permanent et d'une substance fixe ; c'est un *corps composé.*

Le métal nommé zinc, lorsqu'il est fortement échauffé dans des vaisseaux clos, se lève sous forme élastique ; mais après s'être condensé par le froid, on ne remarque point que ses propriétés soient altérées. On peut un grand nombre de fois le distiller sans qu'il cesse d'être le même, aucun fluide élastique permanent n'en sera dégagé ; et si l'on conduit l'opération avec soin, on trouve qu'il n'a rien perdu de son poids ; et jus-

qu'à la chaleur si intense de la batterie voltaïque peut lui être appliquée dans un vaisseau vide d'air sans qu'il en éprouve le moindre changement : il peut contracter de nouvelles combinaisons, mais il ne peut être résout sous d'autres formes de matière. On le considère comme un *corps indécomposé*.

Le terme *élément* est employé comme synonime de corps *indécomposé ;* mais en chimie moderne son application se borne aux résultats de l'expérience. Les perfectionnemens qui sont successivement introduits dans les méthodes d'examiner les corps font sans cesse changer les opinions des chimistes par rapport à leur nature ; et l'on n'a aucun motif de supposer qu'il ait été découvert jusqu'ici aucun principe réellement *indestructible*.

Le zinc, comme toute autre substance métallique, peut, d'après l'ensemble de ses propriétés et analogiquement avec le métal de l'ammoniaque, être considéré comme consistant en une base particulière et qui est générale pour tous les corps combustibles autres que l'hydrogène, et en hydrogène ; mais jusqu'ici on ne peut point dire qu'il ait été décomposé. L'azote est un combustible acidifiable composé d'acide nitrique sec et d'hydrogène, que l'adjonction d'une nouvelle quantité de ce dernier principe convertit en un oxide métallique de nature alcaline, lequel oxide est l'ammoniaque. Si à cet oxide on enlève de l'oxigène, on, ce qui est synonime et ce qui seul est exécutable, si à l'hydrogène qui se trouve oxidé, on substitue de l'hydrogène réduit, on obtient un métal. On opère cette substitution en proportionnant l'oxigène préexistant dans l'azote, et qui forme l'acide nitrique sec, avec de l'hydrogène et du calorique dans un rapport pour former de l'eau. L'hydrogène qui, par la pile, est séparé de l'eau, porte en application le calorique propre à opérer ce proportionnement, et devient par là proportionnant et en même-temps substituant. L'excès de calorique ne met pas un obstacle à la réduction, et porte seulement l'eau séparée à l'état de vapeur ; mais son défaut à la composition chimique de l'eau rend la réduction impossible,

parce que ce liquide peut se séparer avec trop de calorique, l'excès devenant pour lui, spécifique ou de liquéfaction et de vaporisation, mais pas avec trop peu, même pour son état liquide, parce que à l'état de glace il ne saurait être déplacé.

L'ammoniacon, qui est le métal ainsi obtenu, est, d'après cela, composé d'azote *moins* de l'oxigène et *plus* de l'hydrogène; ou d'ammoniaque *plus* de l'hydrogène et *moins* de l'eau, et constitue de la véritable ammoniaque réduite; et il est probable que les autres métaux, dont aucune propriété essentielle tant chimique que physique n'est différente de celles de l'ammoniacon, aient les mêmes substances pour élémens; ce dernier métal a seulement de particulier que, pouvant se constituer en combustible acidifiable, qui est l'azote, il est susceptible de se soushydrogéner lorsqu'il est oxidé, mais pas lorsqu'il est réduit.

Ainsi, on trouve dans l'ammoniaque et dans son métal trois portions différentes d'hydrogène, savoir : la portion adhérente à la base primitive et qui étant saturée d'oxigène forme l'acide sec nitrique, puis la portion qui surcombine cet acide et le forme en combustible acidifiable, et enfin la troisième portion qui compose ce combustible en oxide métallique et qui composerait en métal l'azote réduit dans l'oxigène de son acide.

A en juger d'après l'azote, un combustible acidifiable serait un corps moins hydrogéné qu'un métal; mais l'azote ne possède à beaucoup près pas tout l'hydrogène avec l'eau duquel il se constitue à l'état acidifié; et il n'est même pas très-certain que dans l'ammoniaque le supplément d'hydrogène soit suffisant pour cette acidification, laquelle est proprement une salification de l'acide nitrique sec par de l'eau; mais de l'azote oxidé, saturé d'oxigène dans la vapeur nitrique, ne forme point un acide si son acidification n'est point complettée par de l'eau. Cependant, le carbone et le bore ont le complet d'hydrogène pour leur acidification, et en ont même au-delà de leur état de métal ou de celui dans lequel ils existent alliés, le premier au fer et le second au platine Les acides secs paraissent en effet prendre plus d'eau de plus-

oxidation qu'ils ne trouveraient dans l'oxidation en ce liquide de l'hydrogène d'un métal.

Un acide strictement plusoxidé par de l'eau n'est pas encore sapide et ne rougirait pas la couleur bleue végétale : cela dépend de ce que l'acide sec engagé avec de l'eau de plusoxidation est neutre, et que la couleur bleue ne saurait enlever l'acide à son eau ; mais de l'eau hydrogénée enlève à l'acide l'eau oxigénée, et dès - lors ce corps devenu libre peut agir sur la langue et peut rougir la couleur bleue des plantes ; c'est qu'il fait en s'y combinant en plusoxidation, comme le fait voir de l'eau légerement acidulée qui par de cette couleur peut être épuisée d'acide.

Un oxide soluble strictement plusoxidé par de l'eau n'a de-même ni goût ni pouvoir de verdissement sur la couleur bleue, et les sels se trouvent dans le même cas pour la sapidité. Cependant l'eau n'est pas pour cela le principe de la saveur, car c'est par une action étrangère et par une intervention en quelque sorte négative ou par sa retraite qu'elle la procure aux corps qui manifestent cette propriété ; néanmoins elle est le véhicule divisant de ces corps ou l'excipient qui les aide à subsister hors de combinaison.

Le métal de l'ammoniaque ne doit, dans son état réduit, pas davantage pouvoir se décomposer que tout autre métal, j'entends pouvoir être séparé de la portion de l'hydrogène qui alcalise ou métallise oxidément l'azote. Alors il est aussi simple qu'un corps, autre que l'hydrogène et le gaz oxigène, puisse l'être, et n'est plus composé que de base primitive et d'hydrogène, comme tous les autres métaux. L'ammoniacon est seulement davantage substituable par l'eau dans son hydrogène d'alcalisation, à cause de la tendance de sa base soushydrogénée à se constituer en combustible acidifiable, vers quelle constitution il s'achemine en devenant oxide ou ammoniaque.

L'ammoniacon ne se souscompose point en azote réduit, tant à cause que ce corps ne paraît pouvoir subsister hors d'engagement que parce que rien ne peut le décomposer en se substituant à l'hydrogène près d'un autre principe, sans en même temps l'oxider ; car le calorique ne saurait remplacer de l'hydrogène que près de l'oxi-

gène ; et un métal ne contient point de ce principe qui soit organisé par une première combinaison avec cet agent ; mais dès l'instant que le métal est oxidé, l'hydrogène devient substituable près de l'oxigène, par le calorique.

L'eau est le grand oxidant de l'ammoniacon, et les oxides des métaux vulgaires le seraient aussi. La première en déplace l'hydrogène et les secondes lui transmettent l'oxigène en passant eux-mêmes à la réduction ; mais les oxides puissans, tels que ceux de potassion et de sodion l'admettent à adhérer à leur oxigène, et s'ils le font avec conservation de l'hydrogène, il en résulte de la matière olivatre, ou si l'hydrogène en est séparé à l'aide de son remplacement par du calorique, c'est de la matière noire qui se forme. Ce qui prouve cette constitution, c'est que l'eau ramène la première matière à l'état d'ammoniaque sous dégagement d'hydrogène, et la seconde sans aucun dégagement de ce principe. La matière olivâtre est de l'oxidule de potassion plusoxidé par du sousoxidule d'ammoniacon, ou par de l'oxidule de ce métal, si l'ammoniaque peut être considérée comme son oxide ; et alors son oxide dans l'air serait de l'oxide organisé par de l'eau ; et la matière noire est le même oxidule de potassion plusoxidé par de l'oxide hydrogéné d'azote ou par de ce combustible acidifiable dont l'acide sec est sousoxigéné en acide en *eux* ou en oxide. Le premier corps est donc de l'hydrogéno-azoture de potassion oxidulé, et le second de l'azoture de potassion réduit. Le gaz oxigène, en oxidant en eau l'hydrogène hydrogénant, ferait du composé olivâtre, du véritable *hydro-azoture de potasse* (*hydrogéno-azoture* en langage correct). L'eau formée se substituerait à l'hydrogène des deux oxidules, et l'azoture resterait hydrogéné par ce principe.

De l'ammoniacon que l'on oxiderait par du gaz oxigène serait résout en azote et en hydrogène en même-temps qu'il serait oxidé en ammoniaque, à cause que la chaleur dégagée serait suffisante pour saturer l'oxigène de l'azote en substitution de l'hydrogène ou pour faire subsister son acide sec avec l'hydrogène de son état de combustible acidifiable seul. Dans ce cas, l'ammoniacon déposerait à-la-fois l'hydrogène déplacé par l'eau et celui par lequel l'azote est alcalisé.

Il est probable que le gaz muriatique oxigéné ne formerait point avec l'ammoniacon du muriate sec, qui n'existe que plusoxidé ; mais l'acide muriatique oxigéné deviendrait acide muriateux, et l'ammoniacon se constituerait en azote ; et avec du gaz muriatique acide mis en excès, le même métal formerait du muriate plusoxidé par de l'eau, et du combustible d'acide muriatique. L'hydrogène déplacé d'avec le métal par l'eau de la portion salifiante de l'acide se substituerait à l'eau d'une autre portion du même corps, et réduirait son acide sec en combustible acidifiable muriatique, tandis que l'eau passerait en plusoxidation par du muriate, à-moins que ce sel ne se plusoxidât par de l'acide muriatique indécomposé, en muriate acidinule, effet dont toutefois aucune expérience n'a jusqu'ici fourni d'indication.

Avec le gaz muriatique oxigéné et l'ammoniacon il se ferait un échange entre l'hydrogène alcalisant du métal et une portion de l'oxigène de l'acide ; celui-ci oxiderait l'azote réduit en combustible acidifiable, et l'hydrogène soussacidifierait l'acide muriatique sec, par du sousoxide d'eau, en gaz acide ou oxide muriateux, correspondant à du gaz acide ou oxide nitreux. L'acide muriatique réduit formerait un combustible qui, comme le carbone et le bore, aurait l'hydrogène de son eau de plusoxidation au complet.

Le déplacement de l'hydrogène, par le calorique, n'a jusqu'ici pu être obtenu sur l'oxide d'aucun autre métal que celui de l'ammoniaque, soit à cause que la base acidifiée de ce métal pût seul, avec moins d'hydrogène, se former en combustible acidifiable, soit que l'hydrogène fût trop adhérent aux bases oxidées des autres métaux pour pouvoir en être séparé. Le tellure et l'arsénie, que l'eau, aidée de l'action de la pile, semble composer en combustibles acidifiables hydrogénés, paraissent toutefois faire exception à cette règle ; mais ces corps ne s'acidifient ainsi dans leur base que pour se combiner avec les alcalis, et alors encore l'hydrogène par lequel ils forment des hydrogéno-tellurures et arséniures est remplacé par son équivalent sous forme d'eau ; et rien ne prouve que ces métaux se constituent, en combustibles acidifiables isolés, avec moins d'hydrogène que dans leur état de métal ; et la disposition qu'ils ont à se surhydrogéner en même temps qu'ils s'oxident par de l'eau,

semble établir le contraire et doit faire croire qu'ils se forment en combustibles acidifiables ou acides secs hydrogénés, en s'adjoignant et non en déposant de l'hydrogène.

Quoi qu'il en soit, l'inamovibilité sans substitution par de l'eau, ou avec celle seulement par du calorique, de la portion oxidable de l'hydrogène des autres métaux que l'ammoniacon, ne prouve pas contre la nature composée de ces corps ; et rien n'est plus évident que la séparation de ce principe, sous forme réduite, de tout métal que directement ou indirectement on oxide par le moyen de l'eau ; et celle sous forme d'hydrogène oxidé et proportionné en eau, de tout oxide que par de l'hydrogène on rédoit, ce qui est presque toujours le cas ; de sorte que chaque fois qu'un métal s'oxide ou se désoxide, son hydrogène réduit est remplacé par de l'hydrogène oxidé, ou ce dernier, par le premier ; et que ces corps sont chaque fois réellement décomposés.

Quant aux élémens définitifs des corps, il résulte de ce que nous avons dit à cet égard que l'oxigène et l'hydrogène sont des substances terrestres que probablement on ne parviendra jamais à souscomposer ; que le calorique, matière grave du soleil, en s'immisçant dans la composition de ces deux substances, et devenant le cosaturant de l'oxigène, a fait varier leur rapport, et avec lui la nature de leur engagement, ainsi que leurs caractères et leurs propriétés. Il s'est formé, par cette intervention, d'un côté, de l'oxigène rendu indépendant de toute combinaison avec l'hydrogène, et formant, en saturation avec le calorique, le gaz de ce nom, et de l'autre côté, en vertu de l'enlèvement complet de l'oxigène, il s'est formé de la matière terrestre sursaturée d'hydrogène et non intervenue par du calorique, d'où sont nés les métaux ; puis de l'eau, qui est du gaz oxigéne déplacé par de l'hydrogène, dans une faible portion de son calorique, et demeuré sans adhérence à de la matière terrestre ; ce qui semble prouver que sa formation a été postérieure à celle de ce gaz, et qu'elle est provenue de l'hydrogène que le calorique a déplacé d'avec la matière primitive en formant immédiatement des oxides. Car de cette matière à laquelle le calorique enlève à demeure de l'oxigène, forme des métaux réduits, et de celle à laquelle du calorique se joint, en n'en déplaçant que de l'hydrogène, forme des

métaux oxidés ; d'où il semble résulter que les métaux des terres insolubles ne se soient jamais trouvés à l'état réduit, et que la formation de la couche organisée du globe ait eu deux époques, celle où à un plus grand rapprochement du soleil le calorique s'est complétement substitué à l'hydrogène près de l'oxigène, d'où sont nés le gaz oxigène et les métaux, et une autre époque où, à un moindre rapprochement du soleil, le calorique est simplement entré en combinaison avec la matière du globe en en déplaçant de l'hydrogène, qui, avec le gaz oxigène, a formé de l'eau ; d'où sont provenus les terres non solubles et ce liquide ; et postérieurement, par la réaction de l'eau sur les métaux des oxides solubles, ces oxides et encore de l'eau régénérée par la combinaison entre leur hydrogène déplacé et l'oxigène de l'air ; en même-temps se sont formés les acides secs hydrogénés ou les combustibles acidifiables. Ces deux dernières substances sont déjà des corps surcomposés, mais ils ne le sont encore que par oxidation, tandis que toutes celles qui les suivent dans un ordre de composition plus compliquée, et qui forment des sels, le sont par plusoxidation.

On voit que lorsque nous serons parvenus à réduire les terres insolubles, ce qui n'a pas encore pu être fait jusqu'ici, l'art possedera, dans leurs métaux, des substances que la nature n'a jamais connues. Ces métaux décomposeront les oxides solubles, et hydrogéneront les acides secs fluorique et muriatique en combustibles acidifiables, et ils réduiront les combustibles acidifiables sans s'y combiner. Un feu immense de pile pourra seul réduire ces terres.

L'acide muriatique oxigéné est d'une constitution trop complexe pour avoir été formé conjointement avec le gaz oxigène. Deux acides secs se seront, au moment de leur formation ou après s'être unis, partagé les principes de l'eau, et tandis que l'un se sera hydrogéné, l'autre se sera oxigéné. L'acide du carbone aura sur-tout pu produire cet effet, si toutefois sa combinaison constante avec la soude ne doit pas faire supposer que sa formation ait été simultanée avec celle de cet oxide ; mais son gaz hydrogéné a aussi pu venir en contact avec une mine de sodion. De la matière primitive suffisamment échauffée sur laquelle réagirait l'eau pourrait former en même-temps, et de l'acide muriatique simple, et du sodion oxidé.

On

On remarque que les substances terrestres conservent l'habitude ou les affections qu'elles ont contractées en naissant ; c'est ainsi que les oxides qui ont été formés par l'eau sont encore plusoxidables et solubles par ce liquide ; que les combustibles et le comburant acidifiables n'exercent d'autre tendance que vers leur plusoxidation par l'eau, et qu'ils conservent cette propriété même après leur engagement avec les oxides ; ce que l'on pourrait expliquer en disant, comme cela est en effet, que leur faculté plusoxidante est épuisée par cet engagement, mais que leur plusoxidabilité n'est point satisfaite. Les métaux et les terres insolubles dont la formation n'a pas dépendue de l'eau, on ne cherchent nullement, ou cherchent beaucoup moins, à s'unir à ce liquide, et n'en sont jamais dissous, à l'exception d'un très-petit nombre que l'eau organise en combustibles acidifiables et qu'ensuite l'oxigène acidifie.

2. Par l'analyse, les corps sont résous en leurs principes constituans ; par la synthèse, ils sont produits en conséquence de l'union de ces principes ; et lorsque le poids du composé correspond à celui des principes constituans, l'opération est considérée comme exacte.

On se sert des mots analyse et synthèse dans les cas où des corps sont résous en des formes différentes de matière ou en sont composés, indépendamment de la nature élémentaire de ces formes. Ainsi, des crystaux de sulfate de soude peuvent être résous, par l'analyse, en sulfate de soude et en eau, ou être composés, par la synthèse, avec ces substances ; et le même sulfate peut être formé, par la synthèse, d'acide sulfurique et de soude, qui l'un et l'autre sont des corps composés.

3. Dans toutes les conclusions que l'on prend sur les résultats des expériences analytiques et synthétiques,

il est de la plus grande importance que les actions de toutes les substances dont on fait usage soient exactement connues ; qu'aucune circonstance ne soit supposée, et qu'il soit démontré que la vraie nature des principes constituans n'a point été changée pendant l'opération.

Quels que soient les appareils ou les ustensiles dont on fait usage pour les expériences, on examinera bien leurs rapports avec les substances sur lesquelles on veut opérer, et leur action, s'il en existe, sera déterminée. Ainsi, lorsqu'une pierre dure est pulvérisée dans un mortier de porcelaine, d'agathe ou de fer, on comparera, avec soin, les poids avant et après la pulvérisation, afin de s'assurer de la quantité de matière qui aura pu être enlevée au mortier. On prendra les mêmes précautions pour les substances qui sont fondues ou échauffées dans des vaisseaux sur lesquels elles sont capables d'agir, et l'on s'assurera que les vaisseaux sont restés intacts pendant l'opération, où l'on déterminera la nature et l'étendue de l'altération. Plusieurs chimistes célèbres ont été induits en erreur, dans les premiers momens de leurs recherches, faute de faire attention à ces circonstances. Ainsi, l'illustre Scheele supposa, pendant quelque temps, que la silice était composée d'acide fluorique et d'eau, à cause qu'il obtint cette terre en mêlant ensemble de l'eau et un gaz acide obtenu du spath fluor. Cependant, des expériences subséquentes, en faisant connaître la perte de poids qu'éprouvaient les vaisseaux de verre dans lesquels il exécuta le procédé, démontrèreut que la silice provenait de ces vaisseaux, et qu'elle était dissoute dans le gaz.

4. L'eau est le grand dissolvant dont on fait usage dans les procédés chimiques : c'est pourquoi on fera strictement attention à sa manière d'agir sur les matières mises en expérience. On a été trop habitué de regarder ses élémens comme purement passifs dans les procédés de dissolution et de composition ; mais il y a plusieurs cas où ces élémens prennent un nouvel arrangement, et dans lesquels leur transport et leurs changemens produisent des phénomènes très-importans.

Lorsque du gaz oximuriatique ou chlorine est exposé à la chaleur du soleil, il n'éprouve aucun changement. Cependant, si une solution de ce gaz dans l'eau est placée dans les mêmes circonstances, il se dégage du gaz oxigène, et on trouve dans l'eau de l'acide muriatique. On en a conclu, sans avoir égard aux poids, que le gaz oximuriatique était composé de gaz acide muriatique et d'oxigène, et que l'action de l'eau se bornait à concourir à l'expulsion de l'oxigène en vertu de son attraction pour le gaz acide muriatique.

Cependant on sait aujourd'hui que cette conclusion est incorrecte, et cet exemple est très-frappant pour l'objet qui nous occupe. Si de la vapeur d'eau, en petite quantité, et du gaz chlorinique sont poussés à travers un tube de verre incandescent, la vapeur disparaît en entier, et il se forme du gaz oxigène et du gaz acide muriatique ; d'où s'ensuit que l'eau a dû entrer dans la composition du gaz acide muriatique ou a dû être décomposée ; son hydrogène se combine avec la chlorine pour former du gaz acide muriatique et son oxigène est mis en liberté ; et il est naturel-

lement prouvé par l'expérience, dont il est fait mention page 77, que l'hydrogène entre dans la composition du gaz acide muriatique ; et dans aucune expérience sur la chlorine on n'obtient du gaz oxigène, si les substances avec lesquelles on opère ne sont point connues en contenir ; et l'on n'a encore trouvé aucun moyen de décomposer ce corps.

Pour donner un antre exemple, supposons que de l'huile de vitriol concentrée, qui consiste en acide sulfurique et en eau, soit versée sur du sel commun, et qu'on chauffe ensemble ces deux corps, il se dégagera du gaz acide muriatique et il restera du sulfate de soude ; d'où l'on a encore conclu que le sel commun est composé de gaz acide muriatique et de soude, et que l'acide sulfurique déplace simplement ce gaz ; et l'on ne tenait aucun compte de l'eau de l'acide sulfurique. Cependant, le changement entier dépend de cette eau ; et sans ce liquide on ne peut obtenir du sel commun, ni gaz acide muriatique, ni soude ; et l'on forme directement du sel commun en échauffant ensemble du sodion, que j'ai reconnu être la base de la soude, et de la chlorine, deux corps que jusqu'ici on doit regarder comme indécomposés ; et si l'on met en réaction 92 parties d'huile de vitriol, qui sont composées de 75 parties, en poids, d'acide sulfurique, et de 17 parties d'eau, avec 111 parties de sel commun, composées, de leur côté, de 44 de sodion et de 67 de chlorine, l'eau sera décomposée, 25 d'oxigène se combineront avec le sodion pour former 59 de soude, et 2 d'hydrogène, avec 67 de chlorine, pour former 67 de gaz acide muriatique ; et le sulfate de soude comprendra 134 parties.

L'indécomposabilité de l'acide muriatique oxigéné est une proposition entièrement antiphlogistique ou de la dernière théorie qui admet la décomposition de l'eau par-tout où une oxigénation a lieu par ce liquide, et sa recomposition là où une réduction ou extinction d'état oxigéné se fait par l'hydrogène; et nous ne voyons pas pourquoi, dans cette théorie, on admettrait davantage que dans l'acidification du gaz muriatique oxigéné l'eau se substitue, sans se décomposer, à l'oxigène, qu'on admet que dans celle du soufre, par le même liquide, il se substitue à l'hydrogène; ou bien, pourquoi, dans la réoxigénation de l'acide muriatique, l'hydrogène se substituerait plutôt à l'eau indécomposée que d'enlever l'hydrogène à l'acide pour composer de l'eau, en laissant l'oxigène avec le radical de l'acide. Si Berthollet avait dit que l'eau prend, près de l'acide muriatique sec, la place de l'oxigène, et l'oxigène, à son tour, la place de l'eau, au lieu de croire, avec la totalité des chimistes de ce temps, que l'oxigène se surcombine à l'acide tout formé, il aurait immanquablement expliqué, par la décomposition et la recomposition de l'eau, l'oxigénation et la simplification de l'acide dont il a si bien déterminé les différentes propriétés. La proposition contraire ou celle du déplacement de l'oxigène par l'eau indécomposée, et de cette eau par l'oxigène, est entièrement de notre théorie, et fait une des bases de la réforme que nous avons proposée; elle a pour conséquence immédiate que tous les corps sont acidifiés, oxidés et thermoxidés, par de l'eau qui porte en excès ou en défaut à ses proportions ordinaires plus ou moins d'hydrogène, et, dans le rapport inverse, plus ou moins de calorique, étant dans les acides à-peu-près dans sa constitution ordinaire, dans les oxides, avec plus d'hydrogène et moins de calorique, et dans les thermoxides, avec plus de calorique et moins d'hydrogène; et cette proposition a encore pour conséquence éloignée que toute combustion a lieu par l'hydrogène; que ce principe est l'élément actif des corps combustibles, et que tout en chimie est combustion ou oxidation de l'hydrogène, et salification ou plusoxidation entre des corps différemment oxidés, et jusqu'à l'hydrogénation du soufre, etc., que l'on pourrait vouloir citer comme exception, est une combustion de l'hydrogène par l'oxigène de l'acide sec déjà hydrogéné dans ces corps.

Nous croyons pouvoir dire avec la plus grande assurance, que

le gaz muriatique oxigéné est de l'acide muriatique sec et de l'oxigène, comme le soufre est de l'acide sulfurique sec et de l'hydrogène, l'azote de l'acide nitrique sec et de ce dernier principe, etc. C'est un acide ordinaire déshydrogéné en place d'être désoxigéné dans son eau de plusoxidation, comme, à l'état de combustibles acidifiables, le sont les autres acides dans cette eau, et dans lequel l'opération contraire mettrait à nu une substance combustible analogue au soufre, à l'azote, etc. L'acide muriatique sec porte l'élément oxigène de l'eau en place et à défaut d'eau, comme les acides secs des combustibles acidifiables portent l'élément hydrogène du même liquide à sa place et à son défaut; et tous à l'effet de se procurer par l'hydrogénation ou par l'oxigénation de ces élémens de l'eau dont ils puissent être plusoxidés.

L'oxigène de l'eau de plusoxidation ne peut pas plus être séparé d'avec l'acide muriatique sec ou anhydreux que peut l'être l'hydrogène de la même eau d'avec l'acide anhydreux sulfurique dans le soufre, ou d'avec l'acide sec nitrique dans l'azote, etc.; et ce que l'on peut obtenir pour cette séparation se borne à la substitution d'un oxide ou d'eau à l'oxigène, comme on parvient à substituer les deux mêmes corps à l'hydrogène de quelques combustibles acidifiables, c'est-à-dire, à reprendre les acides secs par des substances qui, pour la saturation de ces corps, sont les équivalens de l'oxigène et de l'hydrogène, et ses préférées par leurs affinités.

En saturant en eau, par de l'hydrogène, l'oxigène du gaz muriatique oxigéné, et par de l'oxigène, l'hydrogène des combustibles acidifiables, on obtient des produits ayant absolument les mêmes caractères et propriétés, imprimant sur la langue, à l'aide de la salive, une saveur acide, rougissant la couleur bleue végétale, se dissolvant dans l'eau, formant, avec les oxides, des sels, et se déshydrogenant dans leur eau de plusoxidation pour oxider les métaux, ou plutôt substituant cette eau à l'hydrogène de ces corps, ce qui toutefois n'a lieu, par l'eau de plusoxidation, que pour les métaux très-énergiques, et alors le combustible est réduit par la reprise de l'hydrogène du métal; et avec des métaux un peu plus faibles, l'eau de plusoxidation n'est que sousoxidée, ce qui fait naître les acides en *eux* et les oxides gazeux: l'acide muriatique, dans ce cas, s'engage à sec avec l'oxide

formé, et l'hydrogène du métal s'échappe. Dans les autres cas, ou avec des métaux moins énergiques, et sur-tout sans le secours du feu, ce n'est que l'eau de solution qui peut se détacher pour oxider le métal, et alors l'eau de plusoxidation s'engage en cette même qualité avec le sel. Cela dépend de ce que l'eau de plusoxidation a besoin d'être enlevée à l'acide par celle de solution, pour que l'une ou les deux eaux puissent passer en engagement d'oxidation, de sorte que ce dernier effet doit être le résultat d'une double affinité.

D'après cela, il est naturel que du gaz muriatique oxigéné qu'à sec ou sans être en contact avec des oxides on expose à une chaleur rouge ou à la lumière du soleil, à l'effet d'en gazifier l'oxigène, ne permet point cette gazification, mais qu'en même temps que près de l'oxigène on travaille à substituer du calorique à l'hydrogène de l'acide sec on présente de l'eau où un oxide qui près de cet acide puissent, par leur équivalent en contenu d'oxigène, se substituer à ce principe, et la gazification de celui-ci aura aussitôt lieu, les produits étant de l'acide muriatique plusoxidé par de l'eau (gaz acide muriatique) ou par un oxide (muriate anhydreux).

On peut, à leur tour, déplacer par de l'oxigène, l'eau et certains oxides d'avec l'acide muriatique sec, en lui présentant ce principe avec un défaut de calorique pour sa saturation en gaz. Tous les corps plusoxidés par de l'oxigène contiennent un pareil oxigène, et sont ainsi propres à cet effet. Si ces corps sont des oxides solubles, il faut que ce soit par du gaz acide muriatique que l'on agisse, parce que de l'eau de solution déplacerait l'oxigène en le gazifiant et sans que par l'acide il puisse être repris; mais si les oxides ne sont point solubles, l'oxigène doit être repris par une portion de l'acide pour qu'une autre portion puisse le remplacer et plusoxider l'acide à sa place, à-moins qu'on n'administre du feu ou qu'on n'expose la matière au soleil, à l'effet de completter l'oxigène de calorique pour sa substitution définitive à l'hydrogène de l'oxide. C'est pour cette raison que les oxides plusoxidés par de l'oxigène peuvent à froid et dans l'obscurité se maintenir dans les acides qui ne sont pas trop forts, leur plusoxidation par l'oxigène, qui les sature pleinement dans cette affinité, joint au défaut, dans l'oxigène, de pouvoir subsister sans saturation par de l'hydrogène ou par du calorique, les garantit d'être

plusoxidés par les acides. Avec les acides plus forts, le déplacement de l'oxigène a lieu, et ce principe reste adhérent aux sels en formant des muriates oxigénés. C'est ainsi que l'acide sulfurique en réagissant sur l'oxide noir de manganèse forme du sulfate oxigéné, son acide sec ne se plusoxidant point par de l'oxigène en place d'eau, mais l'acide muriatique ne saurait, avec le même oxide ou avec le minion, former des sels oxigénés, parce que les muriates ne peuvent être plusoxidés par de l'oxigène sans en même temps être dissous par le même principe.

L'acide muriatique reprend à son gaz et à ses sels suroxigénés l'oxigène en remplacement de son eau, au premier seulement celui de solution et aux autres les deux oxigènes, de solution et plusoxidation, à-la-fois. L'eau de l'acide reprend, dans ce cas, le calorique, lequel sans cela serait en quantité suffisante pour que l'oxigène en fût gazifié, comme le démontrent la décomposition spontanée du gaz suroxigéné, sous le dégagement de la même quantité de calorique que le gaz oxigène déposerait si directement, il pouvait être uni à l'acide sec muriatique, et la détonation des muriates suroxigénés, sans addition de combustible, par une forte compression, dans laquelle ils ne puissent s'échapper latéralement. Si les muriates déplaceaient d'avec l'eau beaucoup de calorique, les sels suroxigénés seraient remplacés dans leur oxigène avec gazification de ce principe, chaque fois qu'ils viendraient en contact avec ce liquide, car ce n'est point du calorique en quantité qui à cet effet manque à l'oxigène, mais en qualité élastique, laquelle il peut recevoir, soit par une addition de matière, soit par un rapprochement de ses parties : cette addition peut se faire par peu de lumière ou par beaucoup de chaleur.

L'acide muriatique sec reprend, en échange de son eau, l'oxigène aux muriates suroxigénés, à cause que ces sels préfèrent d'être plusoxidés et dissous par ce liquide à l'être par l'oxigène, et parce que ce principe aime encore mieux d'être uni à l'acide, avec lequel il forme une plusoxidation et une solution directes, qu'au sel qu'il ne plusoxide et ne dissout qu'en second lieu. Il reprend l'oxigène au gaz suroxigéné, parce que l'oxigène de solution s'y trouve presque sans adhérence et avec un excès de calorique à son état de gaz ; et comme l'acide n'a pas de prédilection pour l'eau sur l'oxigène, celui-ci en déplace ce liquide et dépose la quantité de calorique qui fait la différence de

l'oxigène de solution à celui de plusoxidation. L'oxigène de la première de ces fonctions est donc repris pour la seconde fonction, et s'il se trouve du gaz muriatique simple en défaut, l'excès du gaz suroxigéné n'en est pas moins conduit à la simple oxigénation par l'effet du calorique qui en gazifie, encore sous dégagement de chaleur, l'oxigène suroxigénant. Le calorique libre et sonslumineux transmet son ressort à d'autre calorique de sa qualité et même d'une tension supérieure ou inférieure, de manière à devenir lui-même chaleur; et il peut également reprendre l'excès de ressort et se changer ainsi en lumière; ou, si l'excès n'est pas très-considérable, et qu'il se présente une voie pour son éconduction appliquée, il se change seulement en électricité. On obtient, dans le cas que je viens de supposer, moins de gaz simplement oxigéné et moins d'eau que dans le cas précédant, mais il se forme de l'oxigène gazeux.

Une pile assez active pour décomposer l'eau en même temps qu'elle désunit les élémens d'un muriate peut transférer l'oxigène de l'eau à l'acide muriatique en remplacement de ce liquide; une pile ne saurait décomposer un muriate suroxigéné sous le transport de son oxigène de solution vers son pôle positif, parce que, n'ayant pas de calorique à engager, il ne peut s'exciter d'état négatif lequel doit déterminer le transport; mais si le muriate est déplusoxidé dans son oxigène en même temps que dédissout dans ce principe, alors il y a un défaut de calorique pour l'état de gaz, et le transférement, vers le pôle positif, peut s'en faire en vertu du fluide qui se combine; mais, faute de corps opposé qui transfère vers le pôle négatif la part du fluide qui appartient à ce pôle, l'effet sort des habitudes ordinaires de l'appareil.

L'oxigène de solution du gaz et des muriates suroxigénés n'a d'excès de calorique pour sa gazification qu'autant que l'oxigène de plusoxidation de ces corps n'est pas en même temps séparé, et c'est proprement cet oxigène qui, en reprenant ses fonctions plusoxidantes qu'il avait quitées près de l'acide pour les remplir près de l'oxigène ayant du calorique au-delà de l'état de gaz, dépose le calorique; car l'on peut supposer que les deux oxigènes en se plusoxidant mutuellement partagent entre eux le calorique que l'un, à peu de chose près, a autant en excès à l'état de gaz que l'autre l'a en défaut de cet état;

et la déposition du calorique est en raison de l'hydrogène dont l'acide sec est sursaturé aux proportions de l'eau.

J'ai déjà dit que, lorsque de l'oxigène se combine en suroxigénation ou en solution avec le gaz muriatique oxigéné, libre ou engagé avec un oxide, on doit concevoir que de ce principe davantage calorique enlève à l'acide sec son semblable moins calorique, et que de cette plusoxidation du premier oxigène par le second résulte de l'oxigène gazeux, mais restant condensé par un défaut de qualité élastique de son calorique, lequel, sans devenir libre, ne saurait se tendre, et auquel oxigène de l'acide est toutefois encore adhérent quoiqu'il soit libre d'engagement plusoxidé.

Tout comme de l'eau oxigénée de plusoxidation est enlevée à un acide sec, un oxide ou un sel solubles, par de l'eau hydrogénée de solution, l'oxigène de plusoxidation est enlevé à l'acide muriatique par celui de solution. Dans le gaz muriatique suroxigéné ces corps restent nageans dans les deux eaux, l'une plusoxidée par l'autre et devenues toutes deux de nature ordinaire ou liquides, et ils s'en trouvent fixés quant à la possibilité de subsister hors de plusoxidation.

L'acide muriatique sec, à raison de cette libre existence, en devient plus susceptible de se combiner avec les oxides ou de s'engager en plusoxidation dont il est exempt; mais du chef de son oxigène, il n'exerce presque plus d'affinité, ne pouvant déterminer l'action d'un corps auquel il n'adhère plus que par interposition, et ce corps étant lui-même parfaitement satisfait dans toutes ses affinités en vertu de la plusoxidation de l'un oxigène par l'autre, et par sa saturation complète avec du calorique qui s'ensuit. Cela explique pourquoi le gaz muriatique suroxigéné doit déposer son oxigène de solution pour pouvoir de-nouveau agir sur les corps combustibles en vertu de son oxigène de plusoxidation, car il ne saurait se plusoxider par de l'eau ou par un oxide, formés d'oxigène qui n'est plus pour lui plusoxidant; il est, si l'on veut, plusoxidé et dissout, et ne peut plus que changer de plusoxidant; mais il ne peut plus se le procurer en le formant. Ce caractère est si tranchant que le gaz peut être recueilli sur le mercure, sans que celui-ci en soit attaqué.

Le gaz hydrogène que, dans les proportions seulement pour

l'oxigène de solution, ou enflamme avec le gaz muriatique suroxigéné, forme de l'eau qui, près de l'acide sec muriatique, se substitue à l'oxigène de plusoxidation, lequel se gazifie. Il serait difficile que cet hydrogène parvînt jusqu'à l'oxigène de plusoxidation en passant à travers celui de solution sans en être engagé. L'eau est d'ailleurs formée de ce dernier oxigène avec tout l'hydrogène que l'on met en excès au premier, et le défaut d'hydrogène à celui-ci laisse en proportion du gaz intact.

Une preuve sur-tout que dans le gaz muriatique suroxigéné l'acide est dissout en même temps que plusoxidé, ou que son acide est devenu libre de combinaison en vertu de l'enlèvement de son oxigène de plusoxidation par celui de solution, c'est que ce gaz manifeste tous les caractères acides qu'on appelle physiques, et qui sont de rougir les couleurs bleues végétales et d'imprimer un gout acide sur la langue. Il n'y a que de l'eau ou ses principes qui produisent cet effet, parce qu'il n'y a que ces corps qui soient capables de dissoudre. L'hydrogène le produit sur le soufre, et sans doute sur les autres combustibles acidifiables qu'il dissout en les hydrogénant; et dans ce fait une circonstance remarquable, c'est que la sursaturation par de l'hydrogène, laquelle devrait faire déposer du calorique, exige une addition de cet agent, et bien en quantité suffisante pour l'entier déplacement de l'hydrogène de plusoxidation ou d'hydrogénation en soufre, etc., d'avec l'acide sec. Ce qui prouve qu'en vérité cet acide s'isole lorsque de l'hydrogène de solution lui enlève l'hydrogène de plusoxidation, auquel du calorique doit alors nécessairement se substituer près de l'oxigène de l'acide. L'hydrogène enlevé et celui enlevant n'adhèrent alors plus à l'acide que par un léger défaut de calorique dans l'oxigène de l'acide, comme, dans le gaz muriatique oxigéné, l'oxigène adhère seulement par un léger défaut de calorique en lui, et un léger excès d'hydrogène dans l'acide. Le gaz hydrogène sulfuré ou le gaz sulfurique hydrogéné, prend, à raison de la décombinaison plushydrogénée de son acide sec, les divers caractères physiques de l'acidité de la même manière que le fait le gaz muriatique suroxigéné. Que reste-t-il à ajouter à de telles preuves de la préexistence des acides secs dans les combustibles et le comburant acidifiables indépendamment de l'oxidation ou de l'hydrogénation de leur hydrogène ou de leur oxigène de plusoxidation?

M. Berzelius vient de faire connaître un autre développement des caractères physiques acides dans les sulfate, muriate et nitrate de tellure qui, à l'état saturé, sont neutres, et à celui suroxidinulé, acides. L'oxide de solution enlève à l'acide, l'oxide de plusoxidation, et l'acide devient désaturé. Ce fait est très-beau pour le point de théorie qui nous occupe.

L'acide prussique aussi manifeste des caractères physiques acides, sans que le carbone et l'azote soient chez lui organisés par de l'eau, comme le prouve son indestructibilité au feu; mais les acides carbonique et nitrique secs y sont plusoxidés et en même-temps dissous par de l'hydrogène, et se trouvent à l'état de gaz hydrogéné azotico-carbonique ou d'ammoniaque intimément unie à de l'hydrogène carboné, ayant l'un et l'autre la moitié seulement de leur hydrogène ordinaire, lequel leur sert de solution, les deux acides se plusoxidant mutuellement. C'est du carbonate d'ammoniaque désoxidé dans son eau de plusoxidation, et, par conséquent, de ce carbonate sec hydrogéné. Les acides borico-fluorique et carbonico-muriatique, auxquels on parviendrait, sans qu'ils s'engageassent avec d'autres corps, à enlever l'oxigène de l'eau de plusoxidation, ou à incorporer de l'hydrogène en remplacement de cette eau, formeraient des acides particuliers analogues à l'acide prussique.

L'état dans lequel se trouvent, par rapport à leur contenu en calorique, les acides secs des combustibles acidifiables dans les gaz hydrogènes composés, devient encore manifeste par les phénomènes de combustion si différens de ceux du gaz hydrogène simple, que ces gaz produisent avec le gaz muriatique oxigéné. On sait que le gaz hydrogène simple, en brûlant avec ce dernier gaz, ne déplace pas plus de calorique que s'il se composait en eau, à cause que la portion de cet agent que l'eau libre devrait déposer pour plusoxider l'acide était d'avance déposée par l'oxigène dont ce liquide prend la place, et que ce défaut de calorique faisait déjà la différence de l'oxigène plusoxidant l'acide à l'oxigène gazeux. Toute autre chose est lorsque des gaz hydrogènes composés, carboné, sulfuré ou phosphoré, brûlent avec du gaz muriatique oxigéné, mis dans des proportions telles que le gaz hydrogénant ou de solution soit seul brûlé, et que celui plusoxidant reste intact et puisse se remettre avec l'acide sec afin de le re-

hydrogéner en combustible acidifiable. Alors, le calorique que l'oxigène de l'acide avait pris en substitution de l'hydrogène de plusoxidation qui était passé à celui de solution est à son tour déplacé par cet hydrogène, et ce calorique augmente de toute sa quantité les phénomènes du feu. Ceci, comme on le voit, a pour condition que l'hydrogène de plusoxidation puisse se remettre avec l'acide et en déplacer le calorique; aussi, si cette condition manquait, et que tout l'hydrogène, tant de plusoxidation que de solution fût brûlé à-la-fois, les phénomènes de feu seraient seulement plus intenses qu'avec de l'hydrogène pur, dans le rapport du calorique qu'une quantité double d'acide sec déplace davantage d'avec l'eau. Le gaz hydrogène carboné doit pouvoir, dans les justes proportions et par l'engagement simultané de toute la masse du mélange, former, avec le gaz muriatique oxigéné, de l'acide carbonico-muriatique.

Le gaz hydrogène sulfuré, que l'on mêle avec du gaz acide sulfureux, détermine du tout une régénération en soufre. Si l'hydrogène de solution, en place d'ajouter du calorique à l'acide, en déplaçait, comme le fait l'hydrogène de plusoxidation, cet effet ne pourrait avoir lieu, à cause que le déplacement de l'eau qui doit se faire dans cette opération demande beaucoup de calorique.

D'après ceci, et d'après tous les apperçus de la théorie réformée, on doit sentir que l'ingrédient le plus important à déterminer, sous le rapport de sa fixation et de son dégagement dans les opérations de recherches, est le calorique, puisque cette circonstance décide de toutes les indications.

Le gaz hydrogène sulfuré et encore plus le même gaz phosphoré laissent facilement substituer de l'eau de plusoxidation aux hydrogènes de cette qualité et de solution. Si de l'oxigène paralysé dans ses attractions par une forte sursaturation de calorique pouvait être substitué aux deux hydrogènes près des acides secs sulfurique, phosphorique ou autres, nous aurions ces acides suroxigénés ou oxigénés, et si aux deux oxigènes de l'acide muriatique sec on pouvait substituer de l'hydrogène ainsi paralysé, on aurait du combustible muriatique hydrogéné, ou ce combustible simple. L'hydrogène est ainsi constitué par le fluide de la pile. On sent que le gaz muriatique suroxigéné

doit être infiniment plus propre que ce gaz simplement oxigéné pour cette substitution. L'incorporation de l'hydrogène en combustible simple déplacerait, d'avec l'oxigène de l'acide, beaucoup plus de calorique que la gazification totale des deux oxigènes n'en pourrait exiger. Cependant, le déplacement de l'hydrogène de plusoxidation seul d'avec l'acide sec dans un combustible acidifiable ne présente point la même facilité que lorsque l'hydrogène de solution y est joint, à cause que du calorique est à substituer à l'hydrogène de plusoxidation, et que celui de solution a accondoit cet agent; car un tel combustible est de l'acide sec *plus* une fois de l'hydrogène et *moins* du calorique, tandis que ce même corps hydrogéné est de l'acide sec *plus* deux fois de l'hydrogène sans *moins* du calorique, ou, un combustible acidifiable, *plus* de l'hydrogène et *plus* du calorique; c'est pour cela que le déplacement de l'hydrogène de plusoxidation d'avec un acide sec, à l'aide de l'eau, est si difficile et exige une chaleur rouge, la quantité de calorique à substituer à l'hydrogène étant considérable; et lorsqu'on veut opérer cet effet, l'hydrogène déplacé qui, avec une portion du combustible, se combine en solution, prend sa part de calorique pour parvenir à cette fin. Le déplacement de l'oxigène d'avec le gaz muriatique oxigéné, à l'aide de l'eau, ne présente pas la même difficulté, à cause que l'eau dépose le calorique dont l'oxigène a besoin pour se séparer, et que ce calorique a seulement besoin d'être davantage tendu pour gazifier ce principe. Le gaz muriatique oxigéné pourrait, avec quelques précautions, en partie se suroxigéner, pendant que par de l'eau on le désoxigène, comme le phosphore, etc., se surhydrogènent en partie pendant que par le même liquide on les déshydrogène. Il ne s'agirait peut-être, à cet effet, que d'aider le déplacement de l'oxigène par du calorique qui ne soit pas trop fortement tendu; car le but doit être d'ajouter à l'oxigène de plusoxidation le calorique qui lui manque pour être oxigène de solution.

Le gaz muriatique oxigéné, en se combinant avec le phosphore de manière à le saturer, forme de l'eau par laquelle les deux acides secs sont plusoxidés en demi-saturation. Si à ce composé on incorpore de l'oxigène, celui-ci se combine avec l'acide sec muriatique et régénère du gaz oxigéné, et l'acide sec phosphorique reste seul avec l'eau. Avec du gaz muriatique suroxigéné, le phosphore

forme de l'acide phosphorique plusoxidé par de l'eau, et du gaz muriatique oxigéné est mis en liberté; de-même, avec de l'acide phosphorique surhydrogéné, le gaz muriatique oxigéné forme de l'acide muriatique plusoxidé par de l'eau, et du phosphore est mis en désengagement. Il ne peut y avoir d'autres produits, et sur-tout pas, dans le premier cas, de composé de Gay-Lussac et Thénard, à cause que le gaz muriatique oxigéné a bien de l'affinité avec le phosphore, mais point avec l'acide phosphorique, ou l'acide muriatique sec et, non celui plusoxidé par de l'eau se combine avec ce dernier acide.

Les hydrogénures (vulgairement et improprement hydrures, ce qui ne veut pas dire composé d'hydrogène, mais composé d'eau) de métaux réduits ne peuvent également, comme on a paru le croire, donner de l'eau par leur combinaison avec le gaz muriatique, le métal devant être dissout, et l'hydrogène hydrogenant ne pouvant avec l'hydrogène former que de l'acide simple et non de l'eau, pour laquelle de l'oxigène devrait être distrait, ce qui, dans aucun cas, ne peut être fait, à-moins que ces hydrogénures ne soient, comme je le pense, organisés en combustibles acidifiables par l'eau, laquelle alors pourrait être déposée par le sel et plusoxiderait le gaz acide formé.

Le gaz muriatique oxigéné se prête comme un réactif sûr de tout hydrogène et de toute eau amovibles, ou n'appartenant pas à la composition intime d'un corps; il réagit sur le premier en formant de l'acide muriatique simple, et sur le second en formant le même acide, et en déposant en même temps de l'oxigène ou l'engageant amoviblement avec un autre corps. Le gaz muriatique acide est encore le réactif de toute plusoxidation par de l'oxigène qu'il reprend des corps plusoxigénés en substitution, sans cession ou échange nécessaire de son eau, et, sous ce rapport, il est meilleur réactif que le feu; mais il peut aussi pousser le déplacement jusqu'à l'oxigène de la seconde oxidation, lorsque son action est aidée par celle d'une forte chaleur, et alors il se sépare une quantité proportionnée d'acide, par lequel l'oxigène est le plus souvent engagé.

C'est sur ce dernier effet qu'est fondé la décomposition de certains muriates par les oxides métalliques oxidés à un second degré ou plusoxi-

dés par de l'oxigène. L'acide sec reprend ce principe à la faveur d'un échauffement plus ou moins grand, suivant qu'il est d'oxidation ou de plusoxidation ; d'où provient que, lorsqu'on veut se procurer du gaz oxigène par les muriates suroxigénés, on le trouve toujours mêlé de gaz muriatique oxigéné, et que, dans le résidu, il y a de l'alcali libre ; et que, dans la décomposition du muriate de soude par la lytharge, c'est en vertu de l'acide muriatique oxigéné qui se forme et qui de nouveau se décompose en passant à l'oxide de plomb que cet effet, qui est contraire aux affinités, peut être produit. En poussant fortement au feu du muriate de soude avec de la lytharge, on obtient de l'alcali libre, du plomb en partie réduit et du gaz muriatique oxigéné, et par un pareil traitement de ce muriate avec de l'oxide rouge de fer, il se forme du même gaz de l'alcali et du muriate à oxidule.

Le gaz muriatique oxigéné ne réagit pas aussi bien sur l'eau de plusoxidation des acides, laquelle n'est amovible que par substitution. Cependant, en réagissant par les forces combinées du feu et de la compression, sur des mélanges de gaz muriatique oxigéné et d'acides rigoureusement plusoxidés par de l'eau ou sousplusoxidés, tels que le gaz acide carbonique, le gaz fluorique, la vapeur sulfurique, etc., il n'est presque pas douteux qu'on ne parvienne à substituer ces acides à l'oxigène du gaz, ce qui n'indiquerait toutefois que des choses sur lesquelles on n'élève pas de doute.

C'est parce que les acides secs ne peuvent exister sans engagement ou sans, dans leur combinaison la plus simple, être plusoxigénés par de l'oxigène, comme l'un d'eux l'est dans le gaz oximuriatique, ou plushydrogénés par de l'hydrogène, comme le sont les autres dans les combustibles acidifiables ; ou sans être, dans des combinaisons plus compliquées, plusoxidés par des oxides, de l'eau, des acides ou des sels, que de pareils corps ne peuvent être séparés d'autres corps avec lesquels ils sont engagés plus ou moins à sec, sans qu'un autre plusoxigénant, plushydrogénant ou plusoxidant ne les prenne en nouvel engagement. L'acide muriatique sec ne se laisse point séparer d'avec l'oxigène ni d'avec l'eau, sans qu'un oxide ne lui soit adjoint, ni d'avec les oxides, les acides ou les sels, sans qu'il reçoive en place de l'oxigène ou de l'eau, et l'on peut en dire autant des autres acides secs en nommant l'hydrogène au lieu de l'oxigène.

La

La fonction de vice-plusoxidans que les acides secs remplissent près de leurs pareils et près des oxides solubles, et dans laquelle ils se proportionnent comme s'ils étaient de l'oxigène, de l'hydrogène, des oxides ou de l'eau, dénote qu'ils contiennent les deux principes de ce dernier corps; et l'échange que l'acide muriatique fait de son oxigène libre ou hydrogéné en eau, contre d'autres corps contenant la même quantité d'oxigène, prouve que ce principe fait un de ses élémens; ce que d'ailleurs l'habitude négative que le gaz muriatique oxigéné manifeste sous la pile achève d'établir; car cette indication est la plus sûre qui existe en chimie.

On peut considérer l'acide sec muriatique comme un corps encore combustible par plusoxidabilité, puisqu'il s'unit à de l'oxigène, et les autres acides secs comme des comburans par la même propriété, puisqu'ils s'engagent avec de l'hydrogène; et lorsque les principes de l'eau sont chez eux formés en ce liquide, ils sont tous également brûlés par plusoxidation. Dans cette opération, les fonctions sont réciproques, et si un acide plusoxide un oxide, on peut également dire que de son côté il en est plusoxidé; car plus d'oxigène dans le dernier corps sature davantage de la substance du second; mais plus d'oxigène dans celui-ci ne sature pas plus de la substance de l'autre, à cause que pour l'acide cet oxigène est de la même qualité que l'oxide, ou également de plusoxidation. Les sels acidinules sont des acides secs plusoxidés, partie par des oxides et partie par de l'eau, et l'on conçoit que l'acide muriatique hydrato-oxigéné de Berthollet, qui est plusoxidé par de l'oxigène et de l'eau en même temps, doit pouvoir former des sels dans lesquels l'acide sera plusoxidé, partie par l'oxide en échange de l'eau, et partie par l'oxigène retenu. Les carbonates et les prussiates solubles, comme je l'ai fait voir pour ces derniers, qui ont été échauffés en contact avec l'eau, n'existent jamais que par cette double plusoxidation : ils existent encore par plusoxidation partagée entre leur deux acides; ce que, comme Bucholz l'a fait voir, a aussi lieu entre les acides carbonique et muriatique oxigéné.

Un oxide faible ne se substitue pas à l'eau de plusoxidation de l'acide muriatique sec, tant est forte l'affinité entre ces deux corps; et c'est en partie pour cette raison que le muriate d'ammoniaque ne peut exister sans plusoxidation par ce liquide; et les métaux peu énergiques

ne peuvent enlever la même eau pour la substituer à leur hydrogène; à cause que pour cet enlèvement l'acide sec doit momentanément devenir à nu; et lorsque cet effet est opéré par un métal fort, on doit concevoir que cet acide s'engage un instant avec l'hydrogène de ce corps et forme du combustible acidifiable muriatique, lequel est aussitôt déplacé dans son hydrogène par l'oxide du métal.

On ne prouvera directement l'existence de l'oxigène dans le gaz muriatique oxigéné, ni de l'hydrogène dans les combustibles acidifiables, que lorsqu'on aura substitué de l'hydrogène à l'eau de l'acide du premier, et de l'oxigène à celle des acides des seconds; et jusqu'alors l'auteur du texte pourra soutenir la nature immédiatement indécomposable ou simple du gaz muriatique oxigéné, et pourra continuer de dire que l'eau qui se dépose pendant la combinaison du gaz muriatique simple avec les oxides provient de l'hydrogène du premier corps engagé avec l'oxigène du second, et que c'est le métal réduit de l'oxide qui se combine avec le gaz muriatique oxigéné et non son oxide avec l'acide muriatique sec en remplacement de son eau. L'acide de Berthollet sera pour l'auteur du gaz chlorinique incomplettement saturé d'hydrogène.

La thèse de l'indécomposabilité sera moins facile à soutenir pour les combustibles acidifiables, dont on pourra bien ne pas parvenir à séparer immédiatement l'hydrogène à cause que leur acide n'a pas plus d'existence libre que celui du gaz muriatique oxigéné; mais par la première expérience exacte on le séparera sous forme d'eau, particulièrement du phosphore et peut-être encore mieux du combustible fluorique qu'on aurait oxigéné sans l'intervention de l'eau après qu'on sera parvenu à le réduire; et alors on ne pourra pas dire que les principes de l'eau se soient trouvés dans les ingrédiens du composé, parce que dans ce cas ce serait le métal de l'oxide qui serait sensé fournir l'hydrogène, et l'acide l'oxigène, lequel est reconnu contenir.

L'acide carbonique est probablement privé d'eau dans la baryte carbonatée native, puisque ce n'est qu'avec le secours de ce liquide que par la chaleur on parvient à la décomposer, à moins que l'eau ne doive se mettre à sa place, près de l'oxide sec barytique.

L'acide fluorique, qui dépose en grande partie son eau pour s'unir en plusoxidation à la silice, à l'acide borique, à la chaux, etc., sera le plus propre à fournir la preuve de la nature composée de son combustible ; et cet acide sera aussi le premier à recevoir l'oxigène en substitution de son eau ou de l'hydrogène de son combustible oxidé en ce liquide. Lorsque le potassium enlève au gaz acide fluorique l'eau de plusoxidation en échange de son hydrogène, celui-ci se dégage, et l'acide sec, en place de se réduire par cet hydrogène, s'engage avec l'oxide de potassium ; ce qui démontré son aversion à se composer en fluure. Le fluate se forme tellement à sec que l'excès de l'eau à l'oxidation du métal paraît se mettre en expansion, puisqu'une forte détonation est produite. L'effet est différent lorsque, par du potassion, on réagit sur le gaz borico-fluorique, qui est un composé d'acide fluorique sec plusoxidé par de l'acide borique ayant son eau de plusoxidation ; cette eau est reprise par le métal en échange de son hydrogène, et celui-ci passe à l'acide sec borique et l'hydrogène en bore ; et l'oxide de potassion s'engage avec l'acide fluorique, en fluate sec, auquel le bore est immiscé ; d'où provient qu'il ne se dégage point d'hydrogène comme avec l'acide fluorique gazeux simple. Dans l'expérience analogue faite sur le gaz carbonico-muriatique, l'hydrogène du métal passe à l'acide sec carbonique en échange de son eau, et l'acide sec muriatique s'engage avec l'oxide de potassion.

Le fluore, s'il était obtenu, réduirait en combustible acidifiable le gaz acide muriatique ; ou le combustible de ce gaz, dans la suppostion qu'il existât, réduirait l'acide fluorique en fluore. Autrefois, une combinaison, au-moins, devait nécessairement rester indécomposée, puisqu'il devait s'en trouver une pour laquelle aucun autre corps ne pouvait être un réactif de décomposition, cette combinaison existante en vertu de la plus forte affinité ; mais aujourd'hui nous avons, dans l'appareil de Volta, le moyen présomptif de tout décomposer, ou plutôt de réduire les corps à leur composition la plus simple possible, car proprement, il n'y a que de l'hydrogène qui, sortant de combinaison, est décomposé ; tous les autres corps ne font que changer de composition et jusques aux métaux qu'on réduit, prennent de l'hydrogène en échange d'eau.

Le gaz muriatique oxigéné est toujours plus simple que le même gaz acide, comme le phosphore est plus simple que l'acide phosphorique, l'azote que l'acide nitrique, etc.; et il ne pourra jamais davantage se décomposer dans son oxigène, que ces corps dans leur hydrogène; et l'on peut concevoir que les acides secs, dans ces corps, ne peuvent exister sans saturation plusoxidante par l'un des principes de l'eau, à cause de leur grande affinité avec ce liquide, et que dans le gaz oxigéné, l'oxigène de l'acide ne saurait pour sa saturation se contenter de calorique qui ne soit adhérent à de l'oxigène, ni dans les combustibles acidifiables, du même agent en remplacement d'hydrogène. Il y a cette différence entre l'acide dans le premier corps et ceux dans les seconds, que l'un, dans l'oxigène qu'il s'associe, existe avec un excès de calorique aux proportions de l'eau, et les autres avec un défaut de cet agent, et, en revanche, avec un excès d'hydrogène, aux mêmes proportions. Aucun calorique ne pourrait donc, près de ces acides, prendre inamoviblement la place de l'oxigène ou de l'hydrogène; et lorsque leur substitution a lieu par d'autres corps, avec le concours du calorique, c'est près de l'oxigène plusoxidant du gaz oxigéné que cet agent se place, et près de l'oxigène acidifiant des combustibles acidifiables. Le gaz muriatique oxigéné qui prend un oxide en échange de son oxigène, fait un grand pas vers l'hydrogénation de son acide sec et l'hydrogène déjà oxidément.

La détonation qui a lieu lorsque de l'hydrogène est brûlé par du gaz muriatique oxigéné sous l'élastification lumineuse du calorique prouve que de l'eau, actuellement formée, est mise en expansion; car il n'y a que sa vapeur ou de l'oxigène qui puissent produire cet effet.

5. Plusieurs substances exercent sur l'eau un genre particulier d'attraction; elles absorbent ce liquide en petite proportion et sans en éprouver une altération remarquable dans leurs propriétés. Tels sont le charbon, différentes terres et les substances végétales et animales. Si du charbon bien brûlé est exposé, pendant quelques jours, à l'air atmosphérique, son poids aug-

mentera de 10 à 14 par cent, et cette augmentation sera presque entièrement due à l'eau qu'il absorbe et qui se trouve dans l'air sous la forme de vapeur; et en échauffant, dans des vaisseaux clos, le charbon qui a été exposé à l'air, on pourra recueillir l'eau sans qu'elle ait subi d'altération. La baryte, la strontiane et la chaux absorbent des quantités déterminées d'eau, et forment ce qu'on appelle des hydrates, dans lesquels l'eau se trouve en combinaison chimique, et demande une chaleur intense pour pouvoir en être expulsée. La magnésie, l'alumine, la silice, la glucine et la zircone augmentent également de poids en attirant de la vapeur d'eau de l'atmosphère, et semblent former des combinaisons analogues; à une chaleur d'incandescence obscure, elles laissent échapper toute l'eau qu'elles ont absorbée et que par conséquent elles ne retiennent que par une très-faible attraction. Que l'eau absorbée de cette manière se trouve en véritable union chimique avec les terres, cela est ultérieurement prouvé par la circonstance que l'hydrate d'un de ces corps se rencontre dans la nature, savoir : la wavellite ou l'alumine hydratée, laquelle est crystallisée et demande une forte chaleur rouge pour l'expulsion de son eau.

Des composés de terres, réduits en poudre fine, que l'on a échauffés au rouge, augmentent de poids en absorbant l'humidité de l'air; et la même chose arrive à presque tous les corps, excepté les métaux et certaines substances inflammables; de sorte que, dans toutes les expériences d'analyse, les produits solides que l'on obtient doivent être fortement échauffés, et seront pésés pendant qu'ils sont encore chauds, et avant d'avoir été exposés à l'air; ou bien on déterminera exac-

tement la quantité d'eau qu'ils auront absorbée. On doit prendre les mêmes précautions et avec plus de rigueur, à l'égard des substances alcalines et acides, et des sels, lesquels contractent une combinaison chimique avec l'eau, et l'attirent promptement de l'air.

6. Les substances gazeuses sont le plus souvent extraites de corps qui contiennent de l'eau ; et plusieurs d'entre elles sont recueillies sur ce liquide. C'est pourquoi il est d'une importance majeure, dans les procédés analytiques, de connaître distinctement les rapports de ces corps avec l'eau.

Il a déjà été dit que l'air commun contient de la vapeur aqueuse ou de l'eau sous forme élastique invisible. La quantité de cette vapeur est d'autant plus grande que l'air est plus chaud, ce fluide, à la température de 65° Fahr, en contenant environ un dixième de son volume. D'après les expériences de Clément et Désormes, les gaz qui ne sont pas très-absorbables par l'eau, comme les gaz oxigène, azote, acide carbonique et hydrogène, semblent tous, sous un égal volume, contenir la même quantité de vapeur que l'air; de sorte que la vapeur, lorsqu'elle existe dans ces corps, doit être regardée comme s'y trouvant simplement mélangée; et on peut l'en séparer par des substances qui, comme la chaux, le muriate de cette terre, l'acide sulfurique et l'hydrate de potasse, ont pour l'eau une forte attraction chimique; et dans toutes les expériences où l'on a en vue d'examiner les gaz avec précision, on prendra soin de les exposer préalablement, pendant quelques heures, à l'action des substances qui

attirent fortement l'eau sans exercer, en même-temps, une action sur les gaz.

Les rapports de l'eau avec les gaz auxquels elle peut chimiquement s'unir (lesquels gaz seront décrits ci-après), sont très-différens. Il est hors de doute que de la vapeur aqueuse pure ne peut y exister à l'état de *mélange*, mais doit former, et forme probablement dans la plupart des cas, un composé d'eau et du fluide élastique particulier. Si dans un flacon plein de gaz ammoniacal on introduit une goutte d'eau, cette eau absorbera promptement le gaz et augmentera de volume; mais si dans le même flacon, aussi rempli de gaz, on introduit une petite goutte d'ammoniaque liquide concentrée, et qu'en même-temps on échauffe légèrement le flacon, la goutte disparaîtra, et restera invisible aussi long-temps que l'échauffement sera continué. La même chose a lieu avec le gaz acide muriatique et le gaz acide fluorique silicé; et j'ai trouvé que ces fluides élastiques, lorsqu'après avoir été recueillis à une température de 75°, ou les refroidit fortement par un mélange congélant, déposent une légère rosée, laquelle consiste en eau fortement acide. Il y a lieu de croire que le cas doit être le même pour le gaz acide fluoborique, et que ce corps contient une petite portion du composé qu'on peut appeler hydrate d'acide fluoborique; ce qui est confirmé par une circonstance de la décomposition de ce gaz à l'aide du potassion, laquelle, dans mes expériences, n'a jamais pu être opérée sans que de petites quantités de gaz hydrogène ne fussent produites.

La quantité d'eau qui se trouve dans les gaz sur

lesquels ce liquide exerce une attraction chimique ; doit dépendre de la volatilité du composé liquide d'eau et de gaz, et de la proportion d'eau qu'il contient. Le gaz acide sulfureux, qui n'a qu'une faible attraction pour l'eau, doit, selon toutes les apparences, contenir beaucoup d'hydrate gazeux ; mais il est probable que dans ce gaz, il doit également, à la même température, se trouver moins d'eau que dans l'air atmosphérique. L'ammoniaque occupe, sans doute, après celui-ci, le premier rang ; puis le gaz fluorique silicé, le gaz acide muriatique, le gaz acide nitreux et finalement le gaz fluoborique.

Les températures auxquelles les composés de gaz et d'eau se vaporisent semblent dépendre de la force d'attraction en vertu de laquelle ces corps sont combinés, et du degré de volatilité de l'élément gazeux qui en fait partie. Toutes les solutions d'acide sulfureux et d'ammoniaque entrent en ébullition presque à la même température que l'eau. Le point d'ébullition le plus élevé de l'acide muriatique liquide est d'environ 232° de Fahrenheit. La solution de l'acide nitrique, laquelle donne une vapeur composée, ne bout pas à une température inférieure à 248°. Suivant MM. Gay-Lussac et Thénard, la température à laquelle l'acide fluorique hydraté bout n'est pas très-haute ; mais la vapeur de cet acide contient une quantité considérable d'eau comparativement à celle des autres vapeurs acides.

Pour qu'une substance puisse enlever de l'eau aux gaz absorbables, il faut que la force de son affinité pour ce liquide surpasse celle du gaz. De l'hydrate

sec de potasse attire lentement l'humidité de l'ammoniaque ; et du muriate sec de chaux attire celle du gaz acide sulfureux ; mais ce muriate ne semble pas agir sur l'eau contenue dans le gaz acide muriatique. Les gaz acides fluorique silicé et fluoborique rendent à l'instant nébuleux le gaz acide sulfureux en lui enlevant l'humidité, et le gaz fluoborique trouble à peine le gaz acide fluorique. Il est probable qu'il n'y a aucune substance capable d'enlever de l'eau à la vapeur de l'acide fluoborique hydraté ; mais la quantité de ce liquide y est trop faible pour pouvoir, jusqu'à un certain point, influencer les résultats des expériences avec des gaz qui contiennent de l'eau.

Dans les cas où des fluides élastiques sont produits en contact avec des substances qui fournissent des vapeurs particulières, telles que des huiles volatiles, de l'alcohol, de l'éther, etc. , ces vapeurs devront être séparées en agitant les gaz, soit avec de l'eau, soit avec des solutions de substances capables de les absorber, telles que la solution de potasse, etc. ; après quoi, on séparera la vapeur aqueuse par les moyens ci-dessus indiqués.

Le fréquent emploi de l'eau dans les procédés de la chimie a empêché la nature des phénomènes de cette science d'être plutôt connue, et cette circonstance est la cause qu'on interprète encore mal le plus grand nombre des résultats ; on ne tenait presque point de compte du calorique, lequel dans toutes les opérations se proportionne avec la matière terrestre et s'y joint comme partie constituante essentielle de leur composition, ou s'en retire comme principe superflu et déplacé, et par qui toutes les combinaisons et décombinaisons sont déterminées ; et l'eau, à-moins qu'elle ne déplaçât de l'hydrogène d'avec un corps, était regardée comme

un être passif et plutôt comme un instrument que comme un agent de composition.

Non-seulement l'eau oxide les corps réduits, en se mettant à la place d'une partie de leur hydrogène et en déposant elle-même du calorique, mais elle se substitue à l'hydrogène non-déplacé de quelques sousoxides, et au même principe dans les combustibles acidifiables qu'elle acidifie en les hydratant ; et elle se combine en hydratation avec un grand nombre d'oxides, d'acides et de sels. Il ne peut se dissoudre aucun corps dans l'eau que ce liquide ne l'ait déjà composé en sel, car la solution présuppose l'hydratation, et celle-ci est une salification. Le caractère de la première opération est de dégager de la chaleur; celui de la seconde, d'en engager. L'oxide de potassion obtenu de ce métal et de gaz oxigène se combina avec l'eau et en sépare du calorique auquel son hydrogène non proportionné en eau se substitue. Cet oxide est alors de la base primitive et de l'eau existante par un défaut de calorique à ses proportions ordinaires en raison d'un excès d'hydrogène à ces proportions. La saturation de la base est alors complette, et celle de l'hydrogène par l'oxigène, comme de l'oxigène par l'hydrogène et par le calorique, le sont aussi. On dirait que la base primitive exerce une attraction similaire en vertu de laquelle l'eau se rapproche de l'état de cette base en se surcombinant d'hydrogène et se souscombinant de calorique. L'eau libre ne peut que s'éloigner de l'état de la même base en se saturant exclusivement de calorique.

L'oxide de potassion consolide l'eau qui le plusoxide, et ce corps, qui auparavant était insipide, sans action sur la couleur bleue végétale, incristallisable et caustique, prend tout-à-coup les divers caractères d'un sel alcalin, devient sapide, verdit, à l'aide d'un peu d'eau de solution, la couleur bleue des plantes se cristallise et perd sa causticité. Si dans cet état on lui ajoute davantage d'eau, peu-à-peu il se dissout, et la température s'abaisse. Le sel alcalin est alors décomposé dans son eau de plusoxidation que celle de solution lui enlève à la faveur du calorique qu'il s'adjoint, et l'oxide de potassion ne fait plus que nager dans la combinaison des deux eaux, libre d'engagement et sans saturation. Cette combinaison entre les deux eaux de plusoxidation et de solution forme à son tour un sel liquide, lequel,

à la base près qui manque à l'eau hydrogénée par surcombinaison de calorique, a une parfaite analogie avec un acide plusoxidé par de l'eau.

Cela explique pourquoi les solutions des acides, des oxides solubles et des sels sont plus actives que leurs cristaux ou que ces corps strictement plusoxidés par de l'eau; et l'adage, *corpora non agunt*, peut-être traduit en ces termes: les corps pour devenir actifs ont besoin que de l'eau de solution les rende libres d'engagement avec de l'eau d'hydratation.

Dans tous les cas où de l'oxigène, de l'hydrogène, un acide ou un oxide sont libérés sans le secours d'une plus ou moins forte chaleur, et sans qu'aucun autre corps que l'eau puisse devenir actif, on est sûr que ces substances sont déplacées par ce liquide. Si le déplacement a lieu sur l'hydrogène d'un corps réduit, il se développe toujours du calorique, séparé de l'oxigène de l'eau; mais s'il se fait sur l'hydrogène d'un corps hydrogéné ou d'un oxidule, il s'en fixe près de l'oxigène du corps en remplacement de l'hydrogène séparé. Si c'est de l'oxigène qui se déplace, il s'y combine toujours du calorique et il s'en sépare de l'eau en quantité un peu plus grande qu'il ne s'en combine, et la température s'élève. Dans le déplacement d'un acide et d'un oxide, il y a également du calorique de déplacé, et à-moins que de l'eau de solution ne reprenne cet agent, il devient toujours sensible. Le calorique, déposé par le corps déplaçant en surcroît à celui déplacé, est ce qui constitue l'affinité en vertu de laquelle la déplacement a lieu.

L'eau ne saurait dans l'air se maintenir, à l'état de vapeur mélangée, à une température inférieure à sa vaporisation par le calorique; car cet état suppose qu'elle soit réduite à sa propre force expansive, contre-balancée par la force de pression de l'air.

On opposerait en vain à cette objection l'expérience récente de Leslie, où l'eau se vaporise très-activement dans le vuide. Cette vaporisation elle-même, qui exige l'emploi de tant de chaleur malgré qu'aucune pression soit à surmonter et que même une cause de vaporisation soit sans cesse agissante dans la condensation de la vapeur

par l'acide, ce qui suppose le production d'un grand effort et la formation d'une véritable vapeur par le calorique; mais cette vapeur ne saurait ainsi subsister dans l'air.

L'expérience de Leslie offre une décomposition de la glace, plusoxidée par de la vapeur d'eau, en ses élémens. L'eau hydrogénée se sépare et celle oxigénée reste; c'est ainsi que l'acide prussique, d'après le beau fait observé par M. Gay-Lussac, se résout à l'air en partie plusoxidée qui se vaporise, et partie plusoxidante qui se concrète.

C'est parce que l'eau est dissoute par l'air que sa vaporisation dans ce fluide, comparativement à celle dans le vide, excite si peu de froid. Cet effet est d'ailleurs relatif au genre d'eau, de plusoxidation, de solution ou hygrométrique, que l'air s'assimile.

L'eau qui se trouve hygrométriquement unie à l'air ne saurait en être enlevée par d'autres corps hygrométriques, qui ne l'attirent jamais aussi fortement que ce fluide. Aussi est-ce toujours de l'eau déposée et encore interposée qui fait marcher les appareils de qui cette eau a emprunté son nom.

Que le distinction en eau de plusoxidation, eau de solution et eau hygrométrique, soit fondée à l'égard de ce liquide dans l'air, résulte de l'observation journelière que ce fluide enlève aux autres corps ces différentes eaux; et qu'à leur tour ces corps enlèvent ces mêmes eaux à l'air, mais seulement lorsqu'elles y ont déjà changé de qualité, ce qui arrive continuellement, l'air, en vertu des tensions variantes de sa matière et du calorique qu'il renferme, transformant successivement et sans interruption ces trois eaux l'une dans l'autre, et ce n'est que l'eau hygrométrique devenue d'interposition, que les hygromètres en reprennent, et seulement l'eau encore hygrométrique que les corps en attirent pour leur solution, et l'eau de solution qu'ils s'approprient pour s'en plusoxider; et aucun corps n'enléverait à l'air son eau de plusoxidation, si, en même temps, l'oxigène de ce fluide ne s'y substituait dans la même fonction.

Que l'affinité de solution d'un corps avec l'eau soit victorieuse de l'affinité hygrométrique, cela résulte de ce que dans une liqueur de sel

déliquescent un hygromètre marche vers le sec aussi long-temps que ce corps n'a pas le complet de son eau de solution; et l'air lui-même ne saurait, dans ce cas, enlever à la liqueur, de l'eau pour ses assimilations hygrométriques.

L'air enlève de l'eau de plusoxidation jusques à l'acide sulfurique, qui la retient avec autant de force, et cet acide concentré, qui dans un air humide attire jusqu'au quart de son poids en eau, revient dans un air sec, d'après l'observation d'un de mes élèves, M. De Fierlant, qui s'en est prévalu pour construire un hygromètre à indication des trois eaux, à son premier degré de force. La substance d'un hygromètre, dans un tel acide, deviendrait sec à pouvoir être pulvérisée, et perdrait jusqu'à l'eau de sa constitution organique.

On sent d'après cela à quel point sont fautives les indications de la plupart des corps par lesquels on croit ne réagir que sur l'eau hygrométrique de l'air, et combien la forme sous laquelle l'eau existe dans l'atmosphère est différente de ce qu'on persiste à le supposer.

De plus, ce n'est pas lorsque l'air est le plus chaud qu'il contient le plus d'eau, ni que ce liquide en est le plus activement et le plus abondamment dissout, car le contraire même arrive, et l'on remarque que dans un air très-chaud l'hygromètre marche vers l'humide, tandis qu'à 20° sous O°, la glace elle-même est dissoute par l'air.

Dans un air qui se relâche, la température éprouve presque toujours une hausse, parce que alors l'air dépose son eau de solution, laquelle, en cessant d'être hydrogénée, abandonne son calorique; et dans un air qui passe au sec, où l'oxigène se substitue à l'eau de plusoxidation et où cette eau devient de solution en fixant une quantité de calorique pour redevenir liquide et une autre pour s'hydrogéner, la température éprouve une baisse; et l'air qui se relâche aurait, en vertu du remplacement de son oxigène de plusoxidation à l'aide de l'eau, une température encore bien plus haute, si son eau de solution ne passait sans se déshydrogéner, en plusoxidation indispensable de l'oxigène que l'eau déplace et qui n'a pas le complet de calorique pour son état de gaz; ce qui fait qu'il doit être plusoxidé par l'air ou par de la vapeur d'eau.

C'est sur-tout dans les gaz condensables que l'on doit faire une soigneuse distinction de l'eau qui mouille hygrométriquement ces corps d'avec celle qui les plusoxide, et de l'eau qui les dissout. La première eau ne peut exister dans un pareil gaz qu'à la faveur de l'échauffement et par affinité de sursolution, à cause que le gaz doit sa condensation à sa solubilité dans l'eau, et qu'un corps, comme nous venons de le faire voir, doit déjà être plusoxidé et dissout avant de pouvoir être hygrométriquement humecté. Il ne peut donc y avoir que des gaz permanens qui soient susceptibles de s'humecter par de l'eau hygrométrique. Le gaz acide muriatique, qui possède naturellement le complet de son eau de plusoxidation, se dissout, en se condensant, dans la plus petite quantité possible d'eau avec laquelle il vient en contact, et ce gaz, avant de pouvoir prendre de l'eau hygrométrique, doit déjà être liquidement dissout; et le gaz ammoniacal se plusoxide avant de se dissondre, et se dissout avant de se mouiller. C'est en place d'eau que le gaz acide fluorique se plusoxide par de la silice, et en place de silice, par de l'acide borique, lequel, comme l'acide carbonique, est naturellement plusoxidé au complet par de l'eau; et tel est encore le cas de l'acide carbonico-muriatique, dans lequel l'acide muriatique sec trouve un plusoxidant dans l'acide carbonique plusoxidé par de l'eau qui ne peut en être distraite; et peut-être que de la vapeur d'acide sulfurique fumant que l'on comprimerait sur du spath-fluor échauffé, agirait, partie en séparant le gaz fluorique, et partie en le prênant en plusoxidation.

Les prétendus hydrates de gaz solubles composés sont, ou des mélanges de gaz composés et de gaz simples hydratés, ou des plusoxidations par partage entre un plusoxidant autre que l'eau et l'eau. Le gaz acide fluorique se plusoxide, partie par de l'ammoniaque et partie par de la silice ou de l'eau; et l'acide silicé, qui est décomposé par l'eau, ne l'est qu'en partie; il préfère même cette plusoxidation partagée à celle simple par la silice. Il existe en outre une triple plusoxidation partagée du même acide, avec la silice, l'ammoniaque et l'eau, laquelle, par la concentration, prend de la nouvelle silice à la place de l'eau; et lorsqu'il n'est pas en contact avec cette terre, il se sublime plutôt que d'abandonner l'eau. Le fluate ammoniaco-silicé, s'il se constituait par de la silice en remplacement total de son eau, serait précieux pour la

réduction de l'acide fluorique. Le fluate d'ammoniaque qui, comme le muriate du même alcali, ne peut sans doute exister à sec, lâche, lorsqu'à l'état concret on l'échauffe fortement, une portion de sa base et se forme en acidinulation par de l'acide qui reste plus-oxidé par de l'eau; à une faible chaleur, il se sublime avec son eau de plusoxidation et en restant neutre. Ce sel préfère encore sa plusoxidation par l'ammoniaque et la silice ensemble, à celle par l'ammoniaque seule.

Il est impossible qu'il se forme des hydrates de gaz doubles acides, à cause de l'affinité de plusoxidation plus grande de l'acide sec qui en fait partie, avec de l'eau libre qu'avec de ce liquide déjà uni en plusoxidation avec un autre acide; et en faisant cesser le défaut d'eau dans le premier acide, on détruit le lien de son union avec le second. Ainsi, lorsqu'à de l'acide borico-fluorique on ajoute de l'eau en petite quantité, on en fait un mélange d'acide fluorique plusoxidé par de l'acide borique et du même acide plusoxidé par de l'eau, et si la quantité d'eau est plus grande et dans le rapport pour l'entière plusoxidation de l'acide fluorique, alors l'acide borique se sépare sous la forme d'une poudre blanche que M. Davy, frère, a également obtenue en ajoutant de l'eau à de l'acide sulfurique imprégné de gaz borico fluorique. L'acide sulfurique, en cédant à l'acide sec fluorique, dans son gaz borique, une partie de son eau, devient plus épais, plus fumant et plus actif sur l'eau d'organisation des corps. On peut donc conclure de ce que deux acides secs plusoxidés par de l'eau ne contractent pas la moindre union, qu'un acide sec plusoxidé, à défaut d'eau, par un autre acide ayant cette eau, ne peut se maintenir dans cet engagement, dès l'instant que le premier acide reçoit son eau; et que par conséquent un acide double qui serait hydraté ne peut avoir de l'existance dans le vrai sens de l'hydratation.

Cependant, de l'acide fluorique rigoureusement plusoxidé par de l'eau peut, comme l'acide sulfurique, admettre à adhérer à ce liquide du gaz borico-fluorique indécomposé; et du gaz ainsi constitué doit, avec le potassium, donner du fluate de ce métal, du bore et de l'hydrogène, et, si les proportions sont bien saisies, du borate de potasse. La même chose peut être dit du gaz carbonico-muriatique, quant à son hydratation et à la cause qui, avec le potassium, peut lui faire

dégager de l'hydrogène. L'acide carbonique de ce gaz est réduit, et le métal oxidé s'engage avec l'acide muriatique. On remarquera ce rapport entre les acides des deux gaz, que les acides plusoxidans ont, dans l'un et l'autre, naturellement le complet de leur eau de plusoxidation, et que ceux plusoxidés sont tous deux difficilement réductibles, puisque jusqu'ici ils n'ont pas encore été réduits, non par impossibilité, mais par manque de moyens; car ils le seraient à l'aide du traitement de leur gaz acide double, par le potassion en excès, si l'oxide de ce métal n'engageait aussitôt les acides secs du gaz, et ne les soustraihait ainsi à l'action ultérieure de l'hydrogène qui les réduirait immanquablement en combustibles acidifiables ou acides secs hydrogénés. Il n'est pas nécessaire de dire que les gaz devraient avoir assez d'eau pour que de l'hydrogène libre ou non échangé avec l'eau des acides plusoxidans, pût être déplacé d'avec le métal. On voit que la loi des proportions déterminées qui prête un si fort appui aux nouveaux principes en démontrant que le tout s'opère pour la saturation d'un seul corps, qui est l'oxigène, que la plusoxidation n'est que le complément de l'oxidation, et la solution, une décomposition de celle-ci par un corps ayant la même quantité d'oxigène que le corps plusoxidé; ce que M. J. Davy vient de mettre en évidence en plusoxidant le borico-fluate d'ammoniaque par la même quantité de cet alcali que le gaz acide de ce sel en prend pour sa plusoxidation saline, et en dissolvant le sel plusoxidé par une troisième égale quantité de gaz ammoniac; on voit, dis-je, que cette loi, qui place en outre la chimie au rang des sciences mathématiques, et qui, par la connaissance d'une seule proportion, fait trouver toutes les autres du même corps, est aussi la cause qu'un grand nombre de résultats, reconnus possibles, ne peuvent être obtenus, et que beaucoup moins de nouveaux corps sont produits, la limite du proportionnement étant aussi celle de l'action.

Le borato-fluate d'ammoniaque est concret; ce sel plusoxidé par de l'ammoniaque est déjà liquide, et il l'est naturellement encore lorsqu'il est dissout par le même alcali. Il faut que, dans ce dernier état, l'affinité de combinaison de son acide double soit accrue; et il ne serait pas étonnant qu'il manifestât des caractères physiques d'acidité; ce qui serait curieux pour un corps chargé de tant d'alcali. La chaleur expulse du double sel les deux ammoniaques, de

plusoxidation

plusoxidation et de solution, de la même manière que si le sel était plusoxidé et dissout par l'eau. On voit ici la plusoxidation secondaire donner déjà la liquidité diaphane permanente, laquelle n'est, par conséquent, pas un attribut exclusif de l'eau.

Le gaz carbonico-muriatique prend de l'eau jusqu'à son entière décomposition, sans que la présence de ce liquide y soit apperçue, parce que le gaz muriatique acide, qui se forme par la substitution de l'eau à l'acide carbonique près de l'acide sec muriatique, reste gazeux comme l'acide déplacé; seulement le volume des gaz change; mais la décomposition une fois achevée, la moindre addition d'eau, condense déjà une portion de l'acide muriatique gazeux en acide liquide. Le double gaz n'est pas pour cela hydraté, mais jusqu'à ce que le déplacement de l'acide, par l'eau, soit complète, il forme un mélange de gaz indécomposé, de gaz acide muriatique et de gaz acide carbonique.

On doit distinguer dans les gaz l'eau qui les hydrate amoviblement de celle qui ne peut en être séparée. L'eau est amovible dans l'ammoniaque, dans l'acide sulfureux, etc.; mais elle ne l'est pas dans l'acide muriatique, dans l'acide carbonique, dans le gaz acide fluorique, etc., parce qu'elle appartient à la composition propre et intime de ces corps. Les oxides et les acides en *eux* peuvent déposer l'eau de plusoxidation qui leur est étrangère, mais les acides pour lesquels elle est de composition ne peuvent que l'échanger avec d'autres corps. Aussi sont-ils toujours dissous et condensés par la plus petite nouvelle quantité d'eau, tandis que les corps amoviblement hydratables ne le sont que lorsque, déjà de l'eau d'hydratation les sature,

Un oxide sec métallique, supposons celui de potassium, en réagissant sur le gaz muriatique acide, en séparera l'eau de plusoxidation à cause qu'il se met à sa place; mais le muriate sec de chaux ne pourra opérer le même effet à cause qu'il ne peut se constituer en plusoxidant de l'acide sec muriatique. Il en est de-même pour les autres gaz acides.

On peut concevoir que le gaz ammoniacal que le muriate de chaux reprend à froid en combinaison après que, par la chaleur, il

en avait été expulsé, décompose ce sel, et que la chaux reste en plusoxidation du muriate d'ammoniaque qui ne peut se maintenir sans être plusoxidé. La décomposition à froid, du muriate d'ammoniaque, par la chaux, ne prouve pas le contraire; car cette décomposition est inévitable dès l'instant qu'un corps, tel que la chaux, qui peut fixer l'oxide, agit efficacement sur l'eau de plusoxidation de ce sel. L'acide muriatique sec ne se contente pas d'être plusoxidé par un oxide dont l'intensité de combinaison est aussi faible, et dont la composition fugace pourrait, au gré de la chaleur, le mettre dans l'alternatif, ou de se trouver à l'état sec, ou d'être hydrogéné en combustible acidifiable, deux choses dont l'une est impossible, et dont l'autre contrarie ses affinités; mais lorsqu'il garde à sa disposition un corps avec lequel il puisse s'engager à sec, il contracte, avec l'ammoniaque, une union à laquelle ce corps sert de plusoxidant.

Le muriate d'ammoniaque plusoxidé par de la chaux, qu'on déplacerait, par de la glace, ne ferait peut-être que changer de plusoxidant, à cause que du calorique serait plutôt fixé que dégagé.

On peut dire que dans les acides plusoxidés par l'eau ces corps peuvent être enlevés à l'eau, mais pas l'eau à ces corps; ce qui est la cause de l'inaction dans l'exemple cité, où l'oxide de potassion enlève l'acide muriatique sec à l'eau, et où le muriate sec de chaux ne peut enlever l'eau à cet acide.

Les muriates secs des métaux à oxides insolubles sont en général décomposés par l'ammoniaque, et le muriate sec de cet alcali est plusoxidé par l'oxide du métal. C'est pour cela que ces composés se montrent si peu destructibles par le feu, et qu'ils ne peuvent être détruits que sous la décomposition de l'ammoniaque, avec réduction de l'oxide, dont l'hydrogène de l'un et l'oxigène de l'autre doivent former de l'eau pour plusoxider l'acide sec muriatique et le faire subsister hors de combinaison. Les produits de cette décomposition, à une forte chaleur rouge ou sous la pile, seraient donc de l'azote, du métal réduit et du gaz muriatique acide. Les composés muriatiques de soufre et de phosphore, saturés de gaz ammoniacal, consistent sans doute aussi en muriate sec de cet al-

cali plusoxidé par les acides hydratés sans addition d'eau, ou sous-hydratés, de leurs combustibles. L'insubsistabilité peut renverser l'ordre des plus fortes attractions.

* On n'a point, *a priori*, la certitude que le fluate d'ammoniaque ne peut subsister sans plusoxidation par de l'eau ou par un autre corps, quoique cela soit très-probable, car si ce sel se formait, il suffirait de l'échauffer fortement pour que son acide sec fût hydrogéné en fluore. De plus, le gaz borico-fluorique n'est point précipité dans son acide plusoxidant par l'ammoniaque sèche, mais forme du borato-fluate de cet alcali ou du fluate d'ammoniaque plusoxidé par du borate lorsque la saturation est complète, et un mélange de ce sel et de gaz indécomposé, ou peut-être du fluate neutre plusoxidé par de l'acide borique, lorsqu'elle l'est seulement pour la capacité de l'acide fluorique.

7. En déterminant les poids des corps qui sont les résultats d'expériences analytiques, on aura soin de prendre note de la température, et si ce sont des fluides élastiques, on annotera aussi le degré de la pression de l'atmosphère d'après l'indication barométrique. Lorsque des composés gazeux sont résous en corps gazeux plus simples, ou lorsque des gaz sont comparés entre eux, comme ils sont tous affectés de la même manière par la chaleur et la pression, il n'est pas nécessaire de prendre des déterminations particulières de ces circonstances, et il suffit, lorsqu'on décrit le poids spécifique d'un corps gazeux, de donner le rapport de ce poids avec celui de l'air; ainsi, le poids de l'air étant 1000, celui du gaz oxigène sera 1097. Comme le gaz hydrogène est beaucoup plus léger qu'aucun autre fluide élastique, et comme c'est le corps qui se combine avec les autres substances dans la plus faible proportion, il serait peut être utile aux progrès des recherches chimiques, que l'on exprimât sa pé-

santeur spécifique par unité, ce qui s'accorderait avec l'idée de représenter également par unité la proportion dans laquelle il se combine, et faciliterait les moyens de comparer les poids absolus des corps gazeux, compris dans les expériences, avec les expressions numériques qui représentent leurs élémens. La pésanteur spécifique de l'hydrogène étant considérée comme 1, celle de l'air commun sera 13.7, et celle de l'oxigène, comme il l'a été dit page 78, sera 15.

8. En traitant des différentes substances qui par leurs actions, leurs combinaisons ou leurs décompositions, produisent les phénomènes de la chimie, on considérera avant tout, les *matières rayonnantes* ou *éthérées*, à cause que leurs principaux effets semblent plutôt dépendre de ce qu'elles communiquent du mouvement aux particules de la matière vulgaire ou de ce qu'elles modifient leurs attractions, que de ce qu'elles se combinent avec elles; et de ce que d'après les lois de leur mouvement ou à cause de leur extrême ténuïté, elles ne sont pas susceptibles d'être pesées.

Les corps indécomposés, dont la forme est permanente, seront considérés dans un ordre de distribution d'après leurs rapports électriques, ceux qui dans le circuit électrico-voltaïque sont transportés vers la surface positive, étant rangés dans une classe, et ceux qui sont transportés vers la surface négative, dans une autre classe; et les sous-divisions des classes seront faites d'après leurs rapports naturels.

On adoptera, comme règle générale, de ne pas traiter d'un corps composé avant que ses parties constituantes n'aient été décrites.

Les rapports des corps provenans de leurs pouvoirs électriques coïncident avec ceux qui dépendent de leur manière d'agir dans la combustion, c'est-à-dire, que l'une des classes est composée de soutiens de la combustion, et l'autre classe de corps combustibles. Cependant, comme la chaleur et la lumière produites dans la combustion semblent indiquer simplement la force avec laquelle les substances mises en action s'attirent, et comme ces phénomènes se présentent dans des corps où des matières combustibles agissent les unes sur les autres, on peut à peine considérer la combustibilité comme offrant une idée déterminée, malgré que l'importance des phénomènes ordinaires de la combustion ait rendu celle-ci un objet principal dans toutes les théories chimiques des derniers temps.

L'hydrogène comme le corps le plus simple et le seul simple doit se combiner dans la plus faible proportion de sa matière avec la plus forte proportion de matière étrangère. Il se combinerait à parties égales avec l'oxigène, si l'affinité de ce principe n'était plus forte avec le calorique qu'avec l'hydrogène, ou si l'oxigène pouvait encore être réduit à la simplicité ou être complettement substitué par l'hydrogène dans son calorique. L'hydrogène est le seul corps pondérable qui possède une affinité passive, et l'oxigène le seul qui possède une affinité active Le calorique est impondérable et possède une affinité qui, comme celle de l'hydrogène, est passive, puisque, comme ce corps, il peut se trouver sans combinaison, tandis que l'oxigène ne peut jamais être sans que du calorique seul ou cet agent et de l'hydrogène ensemble ne lui soient unis jusqu'à saturation.

Les matières rayonnantes ne sont impondérables que parce qu'elles pressent dans un sens opposé au centre de notre globe ; elles ne peuvent, par conséquent, faire l'objet de nos déterminations en prise-de-poids ; mais nous mesurons par le volume des corps la quantité de pression que le calorique exerce dans le sens du soleil. Cette mesure est incorrecte à cause de la diversité de forme sous laquelle le calo-

rique existe dans les corps, et de son mode irrégulier de les affecter; cela, nonobstant tout ce qui s'oppose au retour du calorique vers sa planète, peut être considéré comme une balance dans laquelle le poids de cet agent est plus ou moins exactement pris. Notre théorie rend à ces matières et en même temps à la combustion, qui est le procédé de leur libération, plus d'importance qu'elles n'ont jamais eue, puisqu'elle les présente comme le troisième ingrédient de toute matière active, par lequel les deux autres sont diversifiés dans leur proportion, et qui détermine, soit par sa retraite, soit par son accès, tous les changemens que la matière terrestre est susceptible d'éprouver; et nous pouvons dire que si l'art a souvent surpassé les moyens de la nature dans la décomposition des corps et dans la production de composés nouveaux, il l'a exclusivement dû à la matière rayonnante, dont plus arbitrairement qu'à la nature, il lui a été permis de disposer.

Les indications de la pile sont ou absolues, et alors l'appareil doit agir sur des oxides métalliques ou sur l'eau, ou relatives, et alors elle agit nécessairement sur des corps oxidés unis entre eux; c'est tout ce que l'on peut exiger pour des caractères de classification. Le corps qui se porte vers le pôle positif est ou de l'oxigène pur, ou le corps le plus oxigéné, et celui qui se porte vers le pôle négatif est de l'hydrogène, un métal réduit ou le corps le plus hydrogéné; et tout corps qui se porte vers le premier pôle comprend incontestablement de l'oxigène dans sa composition.

DIVISION II.

DE LA MATIÈRE RAYONNANTE OU ÉTHÉRÉE.

I. *Des effets de la matière rayonnante dans la production des phénomènes de la vision.*

1. Les phénomènes de la vision dépendent de la présence du soleil, des corps célestes ou de l'action mutuelle de certaines substances sur la surface du globe.

2. Il a été démontré par Roemer et confirmé par les découvertes de Bradley, que le mouvement de la lumière est progressif; elle emploie environ huit minutes pour arriver du soleil jusqu'à nous.

3. Lorsque la lumière est totalement interceptée par un corps placé entre l'objet lumineux et l'œil, on dit que ce corps est opaque; et la manière dont cette interception a lieu prouve que la lumière se propage en ligne droite ou en rayons, en partant du corps lumineux comme d'un centre.

4. Les objets lumineux peuvent être vus à travers certains corps, lesquels corps sont appelés transparens. Les corps diffèrent considérablement dans le degré de leur transparence; quelques-uns transmettent beaucoup plus de rayons que d'autres, et il y a des gradations depuis la plus parfaite opacité, lorsque tous les rayons sont interceptés, jusqu'à un haut degré de transparence, lorsque le très-grand nombre des rayons est transmis.

5. Parmi les rayons qui ne sont pas transmis, quelques-uns se perdent comme s'ils étaient absorbés par le corps, d'autres sont renvoyés ou réfléchis par les surfaces externe ou interne du corps, et sont appelés rayons réfléchis.

6. Les rayons de lumière éprouvent, par la transmission à travers la substance des corps ou par la réflexion à leur surface, des modifications très-importantes par leurs rapports avec les lois de la vision et avec les propriétés générales de la matière rayonnante.

7. Lorsque des rayons de lumière passent, sous une direction oblique, d'une substance transparente non cristallisée dans une autre, ils sont détournés de leur route et sont rompus vers le bas ou vers le haut, suivant que le milieu est plus dense ou moins dense, ou suivant qu'il diffère en qualités chimiques, les substances inflammables ou les composés qui en contiennent possédant au plus haut degré le pouvoir de rompre le rayon vers la perpendiculaire, ou, comme on dit, de le réfracter; et dans ces corps, les sinus des angles de réfraction observent des rapports constans avec ceux des angles d'incidence.

8. Les rayons de lumière en passant par des corps cristallisés ayant des angles obliques obéissent à différentes lois. Si un rayon est reçu perpendiculairement sur une surface plane de cristal d'Islande ou de carbonate de chaux rhomboïdal, une partie du rayon passe sans changer de direction; une autre partie, au contraire, est réfractée dans un plan parallèle à la diagonale, joignant les deux angles obtus du cristal, de manière

que les images qu'on regarde à travers le cristal sont vues doubles. Ce phénomène, que Huyghens a le premier examiué scientifiquement, est appelé double réfraction.

Si un rayon de lumière, qui, en passant par un premier cristal, a subi la double réfraction, est reçu par un second cristal placé dans une position semblable et parallèle, il n'éprouvera aucune nouvelle division, et ne sera point changé dans sa direction. Cependant, si le second cristal est placé de manière que ses plans de réfraction perpendiculaire se trouvent sous des angles droits avec ceux du premier cristal, il se présentera un phénomène nouveau, et la partie du rayon qui auparavant passait par la réfraction ordinaire éprouvera la réfraction extraordinaire; et réciproquement, la partie qui passait par la réfraction extraordinaire éprouvera la réfraction ordinaire. Si l'on tourne graduellement le cristal dans le même plan, après qu'il aura fait le quart d'une révolution, le rayon présentera quatre divisions, qui seront réduites à deux lorsque le cristal aura fait un demi-tour; de sorte que le pouvoir réfringent dépend des rapports de position des particules des cristaux avec les rayons qui les traversent.

Des phénomènes semblables à ceux du cristal d'Islande sont offerts, à un plus ou moins haut degré, par d'autres corps cristallisés; et ils seraient sans doute communs à tous les corps de cette nature, si ces corps étaient assez transparens pour laisser passer la lumière à travers de couches très-épaisses de leur substance. Des morceaux très minces du carbonate rhomboïdal de chaux ne donne également pas des images doubles qui soient perceptibles.

9. Lorsque la lumière est réfléchie par les corps; dans la plupart des cas elle n'est point altérée dans ses rapports avec les pouvoirs refringens des substances transparentes, et l'angle de réflexion est égal à celui d'incidence; mais dans d'autres cas, sous des angles qui sont différens pour les divers corps, les rayons réfléchis possèdent la même propriété que ceux extraordinairement réfractés par leur passage à travers le cristal d'Islande. Ce fait important, qui a été découvert par M. Malus, peut facilement être démontré. Si la flamme d'une chandelle, réfléchie sous un angle de 52. 45', de la surface de l'eau, est regardée à travers un morceau de spath doublement refringent, une des images disparaîtra chaque fois que le cristal aura fait un quart de révolution.

Si un rayon de lumière est réfléchi d'une surface de verre, sous un angle de 54. 35', et que sur une autre surface de verre il tombe sous le même angle, il n'éprouvera pas de nouvelle réflexion, mais passera, sans être altéré, à travers le verre, pourvu que les plans de réflexion et de réfraction soient perpendiculaires l'un à l'autre; mais si les plans se trouvent dans la même direction il n'arrivera rien de remarquable.

De la lumière directe est plus abondamment réfléchie à cause que son incidence est moins perpendiculaire; mais de la lumière une fois réfléchie suit différentes lois, et la quantité qui de cette lumière éprouve une seconde réflexion, dépend entièrement des rapports des angles que les surfaces réfléchissantes forment avec les rayons.

10. Lorsqu'un rayon de lumière traverse un prisme triangulaire de verre, et que la lumière transmise est reçue sur une feuille de papier blanc, on apperçoit qu'il est composé de différentes couleurs, dont les plus distinctes sont le rouge, l'orangé, le jaune, le vert, le bleu, l'indigo et le violet. Newton s'est assuré que lorsqu'on partage l'image colorée, ou, comme on dit, le spectre, en 360 parties, le rouge occupe 45 parties, l'orangé, 27; le jaune, 48; le vert, 60; le bleu, 60; l'indigo, 40, et le violet, 80. Les rayons rouges sont les moins réfractés, les violets le plus, et les autres sont réfrangibles inversement à l'ordre dans lequel ils sont nommés.

Suivant le docteur Wollaston, lorsque le rayon de lumière n'est large que de 1 vingtièmede pouce, et qu'à la distance de dix pieds il est reçu par l'œil à travers un prisme de verre bien transparent, il ne paraît que quatre couleurs, savoir : le rouge, le vert jaunâtre, le bleu et le violet.

Si les rayons de lumière différemment colorés à l'aide de leur séparation par le prisme sont concentrés dans un seul point par le moyen d'une lentille, ils produisent de la lumière blanche. Newton a expliqué très-ingénieusement les différentes couleurs des corps, en supposant que quelques-uns des rayons colorés sont retenus par les corps, et que d'autres en sont réfléchis; ainsi, les corps rouges sont supposés réfléchir la lumière rouge et absorber tous les autres rayons colorés.

Les différens rayons colorés, comme il l'a été dé-

montré par le docteur Herschel, différent dans leur pouvoir de rendre les objets visibles, du-moins dans l'état de séparation où ils sont obtenus par le prisme. Lorsque, par une égale portion de ces rayons, on éclaire un papier imprimé, les mots pourront être lus à la plus grande distance sous le vert le plus vif et le jaune le plus foncé; et ces effets, pour des portions égales de rayons, diminuent du centre du spectre vers ses extrémités. On peut dire que dans une partie donnée du spectre il se trouve plus de rayons verts que de rayons bleus; et la différence du pouvoir éclairant dépend de cette circonstance.

11. Les rayons séparés par un premier prisme ne peuvent pas l'être davantage par un second; et dans leurs rapports avec la double réfraction et la double réflexion, ils paraissent rassembler à de la lumière directe. Un objet éclairé par un des rayons du spectre, étant regardé à travers du cristal d'Islande, paraît double comme si de la lumière blanche l'éclairait.

12. L'examen plus approfondi des propriétés de la matière rayonnante, dans leurs rapports avec les phénomènes de la vision, forme l'objet d'une branche particulière de science, qui a été nommée *optique*. Le petit nombre de déterminations qui ont été faites sur ce sujet sont liées, comme il résultera de ce qui suit, avec les effets chimiques et la nature de la matière rayonnante; et on verra à l'instant que les mêmes causes qui font naître la plus habituelle et la plus importante de nos sensations, comme si elles prétaient un langage au monde visible, servent en même temps à faire succéder, dans un ordre régulier, les événemens dans l'économie de la nature.

On peut élever la question si dans le spectre solaire quelques-uns seulement des rayons colorés sont simples ou s'ils le sont tous; et cette question est justifiée par la circonstance que, dans les couleurs artificielles, les mélanges produisent précisément la couleur dont les élémens se trouvent contigus dans le spectre, et que ces couleurs y sont apperçues avec des densités décroissantes en raison de ce que le rayon composé s'éloigne davantage de ses latéraux simples; en effet, dans le spectre, l'orangé se place entre le rouge et le jaune qui sont les élémens dont cette couleur se compose, et que l'on obtient en faisant coïncider sur le même plan les deux couleurs qui lui sont de part et d'autre contiguës. Le vert occupe une bande entre le jaune et le bleu, et l'on apperçoit l'indigo et le violet à l'extrême limite du spectre et là où le prisme est censé former une seconde image colorée, et se composent, par conséquent, des bords du rouge avec ceux du bleu, dans des proportions variées des couleurs élémens, suivant la distance, l'indigo étant le plus près du bleu et le violet le plus près du rouge.

Newton a cru résoudre cette question dans le sens de la simplicité de toutes les bandes teintes, en faisant remarquer que les bandes intermédiaires ne peuvent être davantage décomposées que les latérales, par un second passage au travers du prisme, tandis que les couleurs correspondantes que l'on compose par une incidence commune des deux contigus, peuvent, par une seconde réfraction, être séparés en ses élémens. L'illustre philosophe, en produisant cet argument, n'a pas réfléchi que des rayons, pour coïncider dans le spectre, doivent jouir de la même réfrangibilité et ne peuvent la perdre par une nouvelle réfraction, et qu'ainsi l'orangé, qui se compose de la lumière la moins réfrangible du jaune avec celle la plus réfrangible du rouge, ne peut, par aucun moyen en notre pouvoir, être davantage séparé; mais la lumière de la bande jaune, qu'artificiellement on fait coïncider avec celle de la bande rouge et qui forme également de l'orangé, est de-nouveau séparable, parce que ses composans sont différemment réfrangibles, comme le démontre la position qu'elles occupent dans l'image colorée. Cependant, de l'orangé composé d'autre orangé, auquel d'une part on enlève le rouge en le faisant passer par des verres jaunes, et d'autre part, le jaune en le faisant passer par des verres

rouges, ne peut, par une nouvelle réfraction, être résout en ses élémens, pourvu que les deux lumières puissent, sous le même angle, incider sur le plan; de même, un rayon composé naturel que l'on regarde à travers un verre de la couleur d'un de ses élémens, apparaîtra sous cette couleur, l'autre étant interceptée par le verre; et ce sera également ainsi d'un rayon composé artificiel. Cependant, dans le même cas, un rayon, tant naturel qu'artificiel simple, n'offrira qu'une coloration confuse; d'où il suit que de la lumière intermédiaire qui n'est pas décomposable par une nouvelle réfraction, l'est cependant par la réflexion et l'absorption. La même chose aura lieu lorsque des rayons composés sont reçus sur des verres ayant la couleur de l'un de leurs élémens. Cet élément seul passera et l'autre sera intercepté, comme le sera aussi un rayon simple par un verre ayant une couleur simple différente de la sienne; cependant, si la couleur du rayon simple entre comme élément dans la composition de la couleur du verre, il traversera le verre et sera seulement moins concentré. Rien ne peut décomposer par absorption les couleurs simples, lesquelles, ou disparaissent, ou restent invariablement de leur qualité; et des verres teintes dans les contigues de ces couleurs ne forment point d'images de celles-ci, comme des corps teints en une des couleurs simples sur lesquels on reçoit, dans l'obscurité, le rayon d'une autre couleur simple, ne réfléchit pas la couleur composée qui devrait résulter de leur union. Cependant, si le corps ainsi teint est éclairé par la lumière du jour, il réfléchira cette couleur; à quoi l'on peut ajouter que dans les procédés du coloriste, les composés résultent toujours du mélange des contigus simples, et peuvent le plus souvent être décomposés en ceux-ci, tandis que ceux simples ne sont susceptibles d'aucune décomposition.

M. Wunsch a prétendu que dans le spectre solaire le rouge, le vert et le violet sont simples, et que les autres couleurs sont composées: l'orangé, selon lui, résulte du rouge le plus vif avec le vert pâle; le jaune, du même rouge et du vert le plus vif; le bleu vif, du vert le plus foncé et du violet, et l'indigo, du vert pâle et du violet foncé, toutes couleurs qu'il a obtenues par le mélange des élémens indiqués. Nous avons répété, et avec succès, la composition artificielle de ces couleurs; mais nous nous sommes bien vite apperçus que le résultat dépendait de ce que les couleurs dominantes composent seules la teinte produite, ou que les deux plus fortes, qu'elles

soient de la même ou de différente nature, dominent sur la plus faible. C'est ainsi que le rouge-vif avec le vert pâle, dans lequel prédomine le jaune, doit naturellement composer de l'orangé; que le jaune du vert vif doit dominer sur le violet qui résulte du bleu de ce vert avec le rouge le plus vif; que dans le mélange du vert le plus foncé avec le violet le plus foncé, le bleu, qui se trouve dans les deux couleurs composantes, doit dominer sur l'orangé résultant; et que le bleu du vert pâle ajouté au violet doit produire l'indigo. C'est comme si la troisième couleur était détruite; et cette couleur est toujours celle de la bande la plus distante et ainsi la plus rare; et la couleur conservée appartient à la bande la plus voisine et se trouve par conséquent être la plus dense. Ces résultats font voir que la concentration d'une couleur ne consiste pas dans le foncé de sa teinte, puisque le jaune est en état d'effacer le violet; ils prouvent aussi la composition des bandes intermédiaires du spectre coloré.

II. *De l'effet de la matière rayonnante dans la production de la chaleur.*

1. Lorsque des thermomètres semblables sont tenus dans les différentes parties du rayon solaire, séparé à l'aide du prisme, on trouve que des effets différens sont produits dans les différens rayons colorés. La plus forte chaleur se manifeste dans le rayon rouge, et la plus faible dans le rayon violet, et dans un espace au-delà du premier rayon, où aucune lumière ne se fait appercevoir, l'élévation de la température est la plus grande: cette importante découverte a été faite par le docteur Herschel (*). Il estime que le pouvoir d'échauffement dans le rayon rouge est à celui dans le rayon vert, comme 55 à 26, et à celui dans le rayon violet, comme 55 à 16. Un thermomètre tenu dans la partie la plus foncée du rayon rouge communique, en dix mi-

(*) Philosophical Transactions, 1800, page 260.

nutes, un accroissement de température de 7 ° Fahr; au-delà de ce rayon, cet accroissement dans un temps égal est de 9 °.

2. D'après ces faits, qui ont été confirmés par M. H. Englefield et autres bons observateurs, il est évident que la matière mise en mouvement par le soleil possède le pouvoir de produire de la chaleur sans lumière, et que ses rayons invisibles sont moins réfrangibles que ses rayons visibles

Quelques personnes ont conclu de ces phénomènes que les divers rayons, qui, dans le faisceau lumineux, produisent de la chaleur, sont distincts de ceux qui produisent de la lumière; mais cette conclusion ne paraît pas être confirmée par l'expérience, car si tel était le cas, il est probable que le prisme séparerait entièrement les rayons calorifiques des rayons colorés, comme il sépare ceux-ci les uns des autres. On a produit comme un argument en faveur de la distinction entre les rayons qui produisent la lumière et ceux qui produisent la chaleur, que les rayons de la lune éclairent sans échauffer; mais il est possible que cette planète absorbe un plus grand nombre des premiers rayons que des derniers; et en supposant que la totalité des rayons qui tombent sur la lune soit réfléchie, leur intensité serait encore à la surface de la terre 95890 fois moindre que celle des rayons du soleil; et il paraît, d'après l'expérience, que l'intensité réelle de la lumière de la lune à celle du soleil est dans un rapport moindre que 1 à 300,000; et l'on ne doit pas s'attendre que de pareils rayons, même concentrés par les plus fortes lentilles, puissent produire le moindre effet sur les thermomètres ordinaires; et jusqu'ici aucune expérience délicate n'est connue sur ce sujet.

3. Les

3. Les rayons invisibles qui produisent la chaleur sont susceptibles d'être réfléchis aussi bien que d'etre réfractés, de la même manière que les rayons visibles. On sait parfaitement qu'un degré intense de chaleur peut être produit en concentrant un rayon de lumière en un seul point, à l'aide d'un miroir concave ou par plusieurs miroirs planes, et l'on n'a aucun motif de ne pas croire à la *possibilité* des inventions qu'on attribue à Archimede, lequel, d'après l'histoire, doit avoir incendié les vaisseaux romains pendant le siége de Syracuse, par l'effet combiné d'un nombre de ces derniers miroirs, malgré que les moyens et les travaux immenses qu'aurait demandés une telle opération rendent ce rapport très-douteux.

4. Des rayons capables de produire de la chaleur avec et sans lumière, s'émanent par l'effet d'actions ou de changemens particuliers, aussi bien des corps à la surface du globe que du soleil; et les phénomènes qu'on appelle communément *rayonnement de la chaleur terrestre* sont très-étendus et très-importans, et méritent bien qu'on les étudie.

5. Un thermomètre que l'on tient près d'un corps incandescent reçoit une impression dont la suite est une hausse de la température. Cet effet est en partie produit par le pouvoir conducteur de l'air, mais aussi en partie par une autre impulsion, laquelle se communique instantanément, même à une très-grande distance. Si un grand miroir concave de métal est placé à terre, et qu'à quelques pieds au-dessus on tienne un corps échauffé, un thermomètre tenu au foyer du miroir montera à l'instant, malgré qu'il soit bien évident qu'aucun

courant d'air chaud, partaut du corps, ne puisse descendre vers le miroir.

Cet effet est vulgairement appelé *rayonnement de la chaleur terrestre*; on fait le plus aisément cette expérience, en disposant deux miroirs parallèlement l'un à l'autre et avec le sol. Si les miroirs sont de cuivre étamé, s'ils sont bien polis et qu'ils aient au-moins deux pieds de diamètre, et qu'ils soient seulement distans de 12 pieds, un petit morceau de charbon incandescent tenu au foyer (*) du miroir supérieur allumera de la poudre à canon au foyer du miroir inférieur.

6. Il ne faut pas qu'il émane de la lumière d'un corps échauffé pour que les effets de la concentration de la chaleur par les miroirs puissent être produits. Ainsi, lorsqu'un vase plein d'eau bouillante est placé au foyer du miroir supérieur, un thermomètre qu'on tiendra au foyer du miroir inférieur marquera une hausse de température.

Ces phénomènes du rayonnement de la matière terrestre produisant la chaleur ont été annoncés par les académiciens del Cimento, par Hooke, Scheele et Pictet. Il existe un autre fait encore bien plus extraordinaire, que l'on a nommé *rayonnement du froid*, et qui a été observé en premier lieu par les physiciens d'Italie,

(*) Dans la manière ordinaire de faire cette expérience, les miroirs sont placés à terre, opposément l'un à l'autre. L'arrangement ci-dessus, que depuis long-temps j'ai adopté pour les expériences à l'institution royale, montre plus distinctement les effets. (Voyez planche 5, figure 21.)

et après eux, par Pictet. Si, dans la disposition ci-dessus des deux miroirs parallèles, on tient au foyer du miroir inférieur un morceau de glace, un thermomètre placé dans le foyer du miroir supérieur indiquera une baisse de la température.

7. Tous ces phénomènes coïncident avec ceux de la réflexion des rayons solaires, et même le rayonnement apparent du froid s'accorde avec eux; car si l'on suppose que des rayons produisant de la chaleur émanent de tous les corps terrestres, mais en des quantités plus grandes en certaines proportions croissantes avec leur température, alors l'introduction d'un corps froid dans le foyer d'un des miroirs doit diminuer la température d'un thermomètre dans l'autre miroir, de la même manière qu'un corps noir tenu dans un foyer diminue la quantité de la lumière dans l'autre, et l'œil est la mesure des rayons éclairans, comme le thermomètre est celle des rayons échauffans.

8. Si devant un corps incandescent on tient une forte lentille, et que la lumière réunie en foyer est reçue sur la boule d'un thermomètre, celui-ci ne sera que faiblement affecté. L'accroissement de la température sera infiniment moindre qu'au foyer d'un miroir de la même force et ne sera pas plus considérable que pour pouvoir l'attribuer principalement au rayonnement augmenté de la chaleur par la lentille. De même, si dans les expériences avec le charbon ardent, l'eau bouillante ou la glace, des écrans de verre sont placés entre les deux miroirs, l'effet sera en grande partie détruit. Ces faits établissent une différence entre l'action de la matière rayonnante produisant la chaleur à la surface de la terre

et celle du soleil. M. Leslie a prétendu que le phénomène du rayonnement de la chaleur terrestre dépendait de certaines pulsations ou ondulations éprouvées par l'air, lesquelles il suppose susceptibles d'etre réfléchies, mais non d'être réfractées ; cependant, aucun des faits qu'il allègue ne prouve cette hypothèse ingénieuse, quoique plusieurs d'entre eux lui soient favorables. J'ai fait construire un appareil par le moyen duquel du fil de platine peut être échauffé dans une sorte quelconque de gaz et dans le vide. Dans cette construction, qui permet de voir très-distinctement les effets du rayonnement produit par les deux miroirs, la chaleur est excitée au moyen d'une batterie voltaïque. Dans plusieurs expériences où des pouvoirs égaux étaient employés pour produire l'incandescence, on trouva qu'un thermomètre placé au foyer du rayonnement monta presque trois fois plus haut, lorsque l'air, dans le récipient, était raréfié jusqu'à 1 cent vingtième, que lorsqu'il se trouvait dans son état naturel de condensation. (Voyez planche 6, figure 22.) Cependant dans l'air raréfié le pouvoir réfroidissant était beaucoup plus faible que dans l'air ordinaire ; car l'incandescence du platine était plus intense dans le premier cas que dans le second, et cette circonstance fait peut-être que l'expérience n'est pas entièrement décisive ; cependant les résultats semblent favorables à l'idée que le rayonnement terrestre de la chaleur ne dépend d'aucun mouvement ou d'aucune affection de l'atmosphère.

9. Un autre fait coïncident avec cette opinion se trouve dans les effets de la réfraction des rayons qui partent d'un charbon rendu incandescent par l'électricité voltaïque. Lorsqu'une petite lentille est tenue devant la vive aigrette lumineuse que fait éclater une

batterie de 2000 doubles plaques, et qu'on dirige son foyer sur la boule d'un petit thermomètre différentiel, l'instrument marque aussitôt une hausse de la température.

10. La manière dont la température des corps est affectée par des rayons produisant la chaleur varie pour les différentes substances, et dépend beaucoup de leurs couleurs. Les corps qui absorbent, comme on dit, le plus de lumière, et qui par conséquent en réfléchissent le moins, sont le plus fortement échauffés lorsqu'on les expose aux rayons, soit solaires, soit terrestres. En général, les corps noirs sont davantage échauffés que les rouges, les rouges davantage que les verts, les verts davantage que les jaunes, et les jaunes davantage que les blancs.

Des métaux sont moins échauffés que des corps terreux ou pierreux ou que des substances animales ou végétales. Des surfaces polies sont moins échauffées que des surfaces inégales.

11. Les corps, dont la température monte le plus facilement par l'effet des rayons produisant de la chaleur, sont aussi ceux qui se refroidissent le plus facilement par leur propre rayonnement, ou qui, à la même température, lancent le plus de rayons échauffans. Les métaux donnent par le rayonnement moins de chaleur que le verre, le verre moins que les substances végétales, et, de tous les corps jusqu'ici éprouvés, le charbon est celui qui possède le plus de pouvoir rayonnant.

Il appert par les recherches ingénieuses de M. Les-

lie, que le pouvoir rayonnant du noir de lampe étant estimé 100, les substances suivantes rayonnent dans des rapports qu'on peut ainsi exprimer : cire à cacheter, 95 ; verre vert, 90 ; encre de la Chine, 88 ; glace, 85 ; minion, 80 ; tale, 80 ; plombagine, 75 ; plomb luisant, 45 ; plomb terne, 19 ; fer poli, 15 ; étain laminé, or, argent et cuivre, 12.

12. On peut faire des applications pratiques des lois du rayonnement de la chaleur à l'économie de certains arts de nécessité et aux procédés de la vie domestique.

Les vases qui sont destinés à retenir la chaleur seront faits de métal, et seront polis le mieux possible ; et indépendamment de ce qu'ils gagent ainsi pour l'élégance et la délicatesse de leurs formes, il y a des motifs plausibles, déduits des faits ci-dessus, pour que les ustenciles à l'usage de la table soient tenus aussi brillans que possible. Des tuyaux à vapeur ou à l'air, servant à échauffer les appartemens, seront polis dans la partie qui passe par des pièces qui ne doivent pas être échauffées, et seront couverts d'une substance rayonnante, telle que le noir de lampe ou la plombagine, dans la partie qui traverse les appartemens à échauffer.

Les ustenciles de cuisine seront noircis et non polis aux endroits qui doivent recevoir la chaleur. Les surfaces échauffées des foyers fermés et des poêles ne seront point de métal, mais de matière terreuse ou pierreuse ; ce qui fera que beaucoup plus de chaleur sera communiqué par le rayonnement. (*)

(*) Comte de Rumford, dans les *Philosophical Transactions*, 1804, p. 178.

— Dans le principe où les expériences sur la réflexion convergente de la chaleur et du froid ont été reproduites, j'ai fait voir qu'il n'y avait que l'air échauffé ou réfroidi qui mis en mouvement par la raréfaction ou la condensation pût être réfléchi et réuni en foyer. En effet, nous ne connaissons aucune circonstance où le calorique, à l'état de chaleur, lequel ne parcourt qu'un espace de 18 pouces par seconde, se heurterait assez fortement contre un corps pour en être réfléchi ; et bien certainement le froid qui n'est pas une matière ne saurait être sujet à la réflexion. J'ai répété ces expériences tous les ans à l'école centrale avec deux misérables miroirs de bois, couverts de feuilles d'or, et j'ai toujours remarqué que, lorsqu'on agitait l'air entre le corps chaud ou froid et le miroir qui réfléchit l'air en rayon parallèle, l'effet était presque nul au foyer du miroir qui le réfléchit en rayon convergent ; ce qui n'arrivait pas lorsque la chaleur du corps était rayonnante. J'employais à ces expériences, tant pour le foyer de froid que pour celui de chaleur, un morceau sphérique d'étain qui reçoit et transmet également vîte la chaleur ; pour l'expérience sur le froid, j'abaissais sa température par un mélange congélant.

On a expliqué la réflexion du froid en supposant que la présence d'un corps refroidi, au foyer du premier miroir, détermine une émission plus rapide de la chaleur du corps tenu au foyer du second miroir, et que cette chaleur, après une double réflexion, va se réunir au foyer du premier miroir, lequel devient ainsi passif, d'actif qu'il était dans l'expérience sur le chaud ; mais, comme M. Libes l'observe très-bien, on ne voit

aucune cause de cet effet ; et l'expérience répétée sans le second miroir déciderait à quel point l'abaissement de la température sur un corps ayant la même chaleur que l'air dépend de la réflexion; car si cette expérience avait du succès, l'effet se réduirait à une baisse ordinaire par communication. La circoustance que le corps ne soit pas plus chaud que l'air est essentielle pour les indications. car dans le cas contraire l'effet aurait les conditions pour le foyer de chaleur. D'ailleurs, si l'effet était tel qu'on le suppose, il faudrait que le corps ne fût échauffé que sur la surface qui est en regard du miroir dont il occupe le foyer, et c'est précisément l'opposé qui arrive, le corps par l'effet de l'air froid que le miroir réfléchit sur cette face, s'y trouvant plus lentement échauffé ; et de la neige tenue au foyer du miroir supposé passif se fond moins vite vers le miroir que sur les autres points.

Ce qui prouve sur-tout que c'est l'air échauffé ou refroidi, et non la chaleur ou le froid, qui sont réfléchis, c'est l'interposition d'un écran de verre qui intercepte entièrement l'effet lorsqu'on opère avec de la chaleur obscure, et seulement en partie, lorsque le corps chaud est lumineux : il suffit même d'un écran circulaire de gaze ayant le même diamètre que les miroirs, afin qu'aucun rayon d'air ne puisse dépasser ses bords, pour suspendre l'effet de la chaleur obscure et du froid.

Ces effets de rayonnement de l'air, mû par la chaleur et par le froid, ont le plus grand rapport avec le mouvement vibratoire de ce fluide par le son, lequel fluide peut également éprouver les divers genres de réflexion. —

Les corps s'échauffent, en présence du soleil, en raison de la quantité de lumière dont ils ralentissent le mouvement et la convertissent en chaleur.

Les corps noirs sont ceux qui réfléchissent le moins de lumière, et les corps blancs ceux qui en réfléchissent le plus. Si les premiers corps absorbaient la totalité de la lumière, ils ne sauraient être apperçus à la vue, et si les seconds la réfléchissaient en totalité, on verrait, à leur place, l'image du soleil. Il y a un parfait rapport entre la faculté échauffante passive des corps et la même faculté active des bandes colorées du spectre prismatique. La chaleur assez concentrée reprend le mouvement de sa constitution lumineuse; de sorte que la différence du ressort dont jouissent les particules du calorique distingue seule la lumière de la chaleur.

On ne saurait dire précisément quel est le rapport entre la propriété réfléchissante des corps, à l'égard de telle ou de telle autre lumière, et la nature chimique de ces corps. Il paraît cependant que plus un corps est hydrogéné, moins il absorbe de fluide lumineux, ou plus sa couleur est rapprochée du blanc, dont la sousnuance est le jaune. Il y a cependant un caractère qui se compose des deux extrêmes et qui fait que les corps noirs se rapprochent des corps blancs, mais par une propriété toute opposée. Je m'explique : plusieurs corps noirs sont très-hydrogénés, et de ce nombre sont le carbone, la plupart des oxidules métalliques, la plupart des sulfures pulvérisés; ces corps absorbent très-abondamment la lumière, quoiqu'ils soient très-hydrogénés; mais ils le font par une tendance à se réduire tou. comme, sous la pile, ces mêmes corps deviennent négatifs, autant et plus que les corps davantage oxidés, par une accumulation du fluide électrique en vertu de cette tendance, et qu'à un feu rouge ils fixent, toujours par la même propriété, assez de chaleur lumineuse pour être phosphoriques, même dans le vide ou dans de l'air non oxigéneux.

J'ai essayé de rendre phosphoriques les mêmes oxides en les exposant à la lumière du soleil; mais je n'y ai pas réussi, sans doute à cause que cette lumière est trop désoxidante pour des corps dont l'oxigène est amovible, et que ce n'est que du calorique soustendu

qui peut les rendre tels. Cependant, les combustibles acidifiables dont l'oxigène ne saurait être distrait, fixent la lumière du soleil par l'effet de cette inamovibilité de leur oxigène et par un effort impuissant pour se désoxigéner.

Le passage le plus immédiat du noir, par une plus forte oxidation, est au rouge ou au blanc. C'est ainsi que la plupart des oxidules, en devenant oxides, prennent une couleur rouge ou blanche suivant que, pour se réduire, ils diminuent en besoin de calorique, ou qu'il refusent d'en prendre pour satisfaire ce besoin. Les sulfures des métaux ont une couleur qui se rapproche du noir, parce que l'oxigène de l'acide sec sulfurique se trouve surhydrogéné de l'hydrogène du métal, et que sa réduction exigerait, de ce chef, une plus grande quantité de calorique. Que cet hydrogène sorsature l'oxigène de l'acide et ne dissout pas le soufre, résulte de la chaleur lumineuse qui se dégage spontanément au moment où le sulfure se forme, laquelle chaleur est déplacée d'avec l'oxigène de l'acide par l'hydrogène du métal, tandis qu'il devrait se fixer du calorique près de cet oxigène, en remplacement de l'hydrogène de plushydrogénation, si l'hydrogène du métal devenait de solution. Cela provient de ce que le métal participe à la possession de l'oxigène et forme un corps qui ne peut plus, comme l'acide sec, être dissout; ce que prouve le sulfure de mercure qui, en vertu de la réductibilité au feu de l'oxide de son métal, fixe déjà moins de calorique, étant moins surhydrogéné et en prenant moins pour sa réduction; ce qui fait que ce sulfure est rouge; et le sulfure de fer est jaune ou se rapproche du blanc, parce que son hydrogénation est trop forte pour pouvoir tendre à se réduire.

L'eau et les corps satisfaits dans leur affinité de plosoxidation, tant comme substances plusoxidées composées, que comme ces substances simples, ou qui sont si complètement proportionnés d'oxigène, d'hydrogène et de calorique qu'il ne leur reste plus d'affinité à exercer, livrent passage à la lumière, à travers leur substance, où sont diaphanes et le plus souvent incolores. Il ne faut pas pour cela que l'eau soit le plusoxidant, car elle ne l'est pas dans le verre ordinaire, dans les oxides fondus où une portion d'oxide avec un défaut de calorique que le feu de fusion sert à

-fier lumineusement, plusoxide une autre portion ayant son calorique ordinaire ; dans le baroto-fluate d'ammoniaque plusoxidé par cet alcali, etc. Ces corps sont sans affinité avec le calorique ; ils sont en général mauvais conducteurs de la chaleur et de l'électricité, et la lumière peut à peine les décomposer. Ils réfractent la lumière, étant trop peu hydrogénés pour la réfléchir ou pour l'absorber ; ils exercent cependant une tendance vers cet effet, car la réfraction peut être considéré comme une réflexion manquée. On peut dire que les corps diaphanes tiennent cette qualité de leur grand contenu en oxigène, comme les corps blancs tiennent du même principe leur défaut de couleur.

Les substances organisées jaunissent en s'hydrogenant, ou perdent de leur couleur bleue ou rouge ; ils sont alors, ou murs, ou cuits : ils deviennent plus sapides et plus agréablement odorans.

Ainsi, beaucoup d'hydrogène peut faire que les corps soient rapprochés du blanc en satisfaisant presque complettement la capacité de combinaison de l'oxigène ; et avec beaucoup d'hydrogène, mais en défaut pour la saturation de l'oxigène, ils se rapprochent du noir, et l'oxigène en saturant complettement l'hydrogène produit encore le premier effet.

Les corps blancs jaunissent en perdant de l'oxigène comme aussi en acquérant plus de liberté dans leur hydrogène par l'adjonction du calorique ; et le noir passe au jaune en s'oxigénant. Le bleu résulte de la lumière qui a le moins perdu de son ressort ; aussi cette couleur est-elle celle du ciel et de la bande la plus réfractée, comme étant la plus élastique, du spectre solaire. Le bleu passe immédiatement au blanc ou au noir ; et ce n'est que par sa plusoxidation, à l'aide des acides, qu'il rougit, et alors encore, il est blanchi ; car c'est le rouge d'une couleur indigo qui reste après la destruction du bleu ; avec les alcalis, il verdit, parce que le rouge de l'indigo est jauni. Le rouge est la lumière qui a le plus perdu de son ressort, et il forme, en quelque sorte, de la chaleur qui continue de rayonner. C'est la couleur des oxides qui étant réductibles ou sousoxidables par le feu ne fixent qu'une quantité moyenne de calorique, la fixation en deçà de leur terme formant le blanc, et celle au-delà, le noir.

Les oxides blancs sont la plupart plusoxidés par de l'eau; l'oxide noir d'argent étant plusoxidé et dissout par de l'oxigène est diaphane et incolore. Cependant, les oxides solubles plusoxidés par de l'oxigène ont une couleur jaune; cela prouve qu'ils sont en même temps dissous par l'oxigène, et que l'hydrogène de l'oxide est rendu libre par la déplusoxidation, ce qui confirme encore très bien le principe du déseugagement des corps par la solution.

Les substances végétales vivantes se colorent en s'hydrogénant par la fixation de la lumière du soleil, et les oxides des métaux se foncent en couleur lorsqu'ils sont exposés à une chaleur sous-rouge, laquelle est incapable de les sousoxider. La résine de guajac, dont la couleur naturelle est le gris jaunâtre, passe au soleil, et même par la clarté du jour, au plus beau vert. Ce corps est non-conducteur de l'électricité, et mauvais conducteur de la chaleur. Il fixe à demeure la lumière et la substitue à l'hydrogène par lequel il est coloré. La résine grise que l'on broie dans un mortier de verre, s'excite négativement sans que le verre devienne positif, et celle verte s'excite positivement sans que le verre devienne négatif et elle perd de sa couleur. Elle produit le premier effet en fixant son électricité naturelle pour le substituer à son hydrogène, et le second en déposant de sa lumière absorbée qui se change en fluide électrique.

Les végétaux morts sont décolorés par la lumière, en vertu du remplacement à demeure, de leur hydrogène; et lorsque la lumière les noircit, c'est en proportionnant leur eau d'organisation dans le rapport de ce liquide libre et en séparant cette eau. On peut douter si l'action colorante que les corps éprouvent de la part du calorique est une tendance à les réduire plutôt qu'à proportionner leurs principes de l'eau en eau.

Le phosphore fondu que l'on fait brusquement refroidir devient noir; le soufre, par le même traitement, devient rouge. C'est l'effet de la chaleur qu'on empêche de se retirer, et qui surcombine ces corps d'hydrogène. Tout dans la nature se colore par une juste dose de calorique, et presque tout se décolore par un excès du même agent. Les effets produits sont, ou une surcombi-

naison d'hydrogène en vertu d'une plus forte saturation de l'oxigène du corps par du calorique, ou une gazification de l'oxigène, ou son proportionnement, avec de l'hydrogène et du calorique, en eau. Les corps exempts d'oxigène n'éprouvent aucune altération de la part d'une modification quelconque du calorique.

Les corps qui absorbent le plus de lumière sont aussi, à quelques exceptions près, ceux qui conduisent le moins bien la chaleur. Le carbone, ainsi que le fer et le platine non polis, se trouvent dans ce cas.

Je répéterai la remarque que les corps réduits, qui sont les métaux, réfléchissent, quand ils sont polis, aussi complettement la lumière qu'ils conduisent bien l'électricité, et qu'en général, ils transmettent vîte la chaleur. C'est l'indifférence pour le calorique, par défaut d'oxigène, qui leur donne ces propriétés.

III. *Des effets de la matière rayonnante dans la production des changemens chimiques.*

1. Un grand nombre des effets de la matière rayonnante dans la production des changemens chimiques peut être attribué à son pouvoir d'échauffer les corps. La chaleur produite par la concentration des rayons solaires, comme il l'a déjà été dit, au foyer d'une forte lentille ou d'un fort miroir concave, fournit des moyens d'échauffer les corps auxquels ceux de l'électricité voltaïque sont seuls supérieurs. Dans quelques cas, la lumière directe du soleil produit des effets semblables à ceux d'un degré de chaleur beaucoup plus élevé qu'on ne peut l'obtenir par son action sur un corps opaque. Ainsi, un mélange de chlorine et de gaz hydrogène détone, comme MM. Cay-Lussac et Thénard, et M.

Dalton l'ont fait voir, par son exposition aux rayons du soleil, quoique le même effet ne soit pas produit par l'application d'une chaleur au-dessous de l'ignition. On a expliqué ce phénomène en supposant que la température des *particules* des corps est *considérablement* et *instantanément* élevée par les rayons du soleil ; mais on peut également, et avec plus de probabilité, supposer qu'il dépend d'une influence spécifique et particulière de la matière rayonnante, et plusieurs circonstances prouvent que cette influence existe.

2. Si aux différens rayons du spectre prismatique, on expose de l'argent corné (muriate d'argent, d'après la nomenclature française) humecté, on remarque qu'aucun effet n'est produit sur ce corps, par les rayons les moins réfrangibles, lesquels excitent de la chaleur sans lumière ; que seulement une légère décoloration a lieu par les rayons rouges, que le corps est davantage noirci vers la bande violette du spectre, et que, dans un espace au-delà de cette bande où on n'apperçoit, ni lumière, ni chaleur, l'effet chimique est très-marquant.

Cette observation faite d'abord par M. Ritter et ensuite par le docteur Wollaston, prouve qu'il existe des rayons davantage réfraugibles que ceux qui produisent la lumière et la chaleur ; et d'après les observations de M. Berthollet, il paraît que, lorsque de l'argent corné est noirci par la lumière, il se forme du gaz acide muriatique ; de sorte que ces rayons peuvent être nommés hydrogénans.

3. On a supposé que les rayons invisibles sont mé-

lés avec les autres rayons, dans toute la partie colorée du spectre; mais il paraît également probable que les memes rayons qui produisent de la lumière peuvent aussi produire des effets chimiques et des effets de chaleur; et le docteur Yong a fait voir que les rayons invisibles peuvent être affectés de la meme manière que ceux visibles, lorsqu'ils sont réfléchis par des lames minces d'air, comme dans le phénomène des anneaux colorés.

4. J'ai trouvé que de la chlorine et du gaz hydrogène agissent plus promptement l un sur l'autre et se combinent sans détonation lorsqu'ils sont exposés au rayon rouge que lorsqu'ils le sont au rayon violet; mais qu une solution de chlorine dans l'eau se transforme plus vite en solution d'acide muriatique lorsqu'elle est tenue dans les rayons les plus réfrangibles du spectre.

J'ai trouvé que l'oxide puce de plomb lorsque, étant mouillé, on le place dans le rayon le moins réfrangible du spectre, prend, par degrés, une teinte de rouge et devient à la fin noir; mais que dans les rayons les plus réfrangibles, il n'est aucunement affecté; et le même changement est produit lorsqu'on expose l'oxide à un courant de gaz hydrogène. L'oxide de mercure obtenu par une solution de potasse et de calomel, ayant été exposé au spectre, ne fut pas changé dans les rayons les plus réfrangibles, mais devint rouge dans ceux les moins réfrangibles; ce qu'il doit avoir fait en absorbant de l'oxigène de l'air. Les rayons violets produisirent sur de l'oxide rouge de mercure humecté les mêmes effets que le gaz hydrogène.

— M. Seebeck a fait une expérience, analogue à celle de l'auteur, sur le mélange de gaz muriatique oxigéné et de gaz hydrogène, mais d'une autre manière et en apparence avec un effet différent. Il a exposé à la lumière du soleil le mélange des deux gaz, une fois sous une cloche de verre teint en rouge-jaunâtre, et l'autre fois sous une cloche teinte en bleu; sous la première cloche, la combinaison n'eût lieu que lentement, tandis que sous la seconde elle se fit sur le champ, quoique sans détonation. — Comme dans ces expériences le mélange gazeux était tenu sur de l'eau chaude, il est probable que le gaz muriatique oxigéné aura été déplacé par ce liquide, dans son oxigène, et que ce principe se sera immédiatement combiné avec l'hydrogène en eau; ce qui a dû demander, sur-tout pour le premier effet, comme l'auteur du texte l'a également vu, plus de lumière que de chaleur.

Les effets différens de ceux de la chaleur, que la lumière produit sur les corps, dépend du différent degré de la tension qui rend le calorique propre à certaines actions et impropre à d'autres. Le calorique doit être fortement tendu pour gazifier l'oxigène et pour séparer, sous forme de lumière, du calorique d'avec du thermoxigène que de l'hydrogène libre ou engagé, en même temps, en déplace. Le calorique est actif dans ces opérations par un engagement de sa matière, tandis que son action, comme chaleur, n'est que disposante, et s'exerce par un engagement temporaire qui donne plus d'activité à l'hydrogène en le rendant plus libre de combinaison. On peut dire que la lumière, l'électricité et une chaleur rouge enlèvent l'oxigène aux corps ou les surcombinent d'hydrogène, et que la chaleur ne fait que favoriser dans quelques cas la combinaison entre l'oxigène et l'hydrogène, et, dans tous, celle entre les corps oxidés, comme aussi le changement de plusoxidation, et particu-

lièrement

lièrement la solution en se joignant au dissolvant à l'effet de l'hydrogéner.

J'ai fait remarquer ailleurs que dans l'engagement entre le gaz hydrogène et le gaz oxigène ou le gaz muriatique oxigéné, c'est pour la tension du calorique sous lumière en lumière que l'addition de cet agent est requise ; et Biot a fait voir, par une expérience très brillante, que la compression produit, dans ce cas, le même effet que l'addition.

La substitution de l'hydrogène à l'eau exige encore un calorique plus ou moins tendu, suivant le défaut de cet agent aux proportions de l'eau, lequel est en raison de l'hydrogène en excès.

Lorsque la lumière désoxigène un corps, elle entre en combinaison sans presque se soustendre ; et c'est moins la quantité que la qualité du calorique qui produit l'effet ; d'où provient qu'une faible lumière est, dans ce cas, aussi efficace qu'une forte chaleur, ou que la quantité doit suppléer à la qualité et doit faire acquérir celle-ci.

Le fluide électrique doit à sa constitution élastique particulière, et qui tient le milieu entre celles de la lumière et de la chaleur, d'être dans la décomposition des corps même plus actif que la lumière réunie en foyer de réfraction ou de réflexion, et d'être propre à tous les effets. Celui excité par la méthode voltaïque, joint à sa qualité matérielle, une grande concentrabilité, une facile distraction, et ce caractère si étonnant et si heureux pour ses effets de décomposition, d'entraîner en des sens opposés les corps qu'il a désunis.

L'oxide pur de plomb, qui est de l'oxide plusoxidé rouge dissout par de l'oxigène, a le ton de calorique pour la gazification de l'ensemble de son oxigène, et se trouve, en vertu du complet du calorique que la solution lui donne, dans le cas des corps surhydrogénés qui n'agissent plus sur la lumière. L'oxigène dans l'un cas est saturé de calorique, et dans l'autre il l'est d'hydrogène, et devient ainsi indifférent à l'action de l'un et l'autre de ses sa-

turans naturels. L'oxide puce de plomb, si par un choc vif on pouvait le dédissondre, serait ramené à l'état d'oxide rouge sous la gazification de son oxigène dissolvant, et sous développement de lumière et de chaleur; et l'oxide pourpre de mercure serait dans ce cas réduit sans que la température fût changée et comme l'est l'argent dissont par de l'oxigène, que Ritter a obtenu crystallisé. On sait que la chaleur est plus efficace que la lumière pour se substituer aux déplusoxidans de solution, parce que le calorique de cette opération est davantage de sa nature, et que, pour dissoudre, un corps n'a le plus souvent besoin que de chaleur; et qu'un surcroît de cet agent près de l'oxigène du corps plusoxidant rompt les liens entre lui et le corps plusoxidé, en vertu de son hydrogénation par un excès de calorique, et le force de sortir de combinaison avec cet excès. Telle est la cause de la dédissolution de tous les corps; et si le gaz muriatique suroxigéné n'avait point de couleur, et que le bocal qui le contient ne fût pas échauffé par la lumière, il est hors de doute que le soleil n'aurait sur lui aucune action. La solution des muriates suroxigénés se maintient long-temps aux rayons solaires où les mêmes sels simplement oxigénés éprouvent une prompte décomposition. C'est là la raison pourquoi le rayon rouge, qui est particulièrement échauffant, et non le rayon violet, qui est éclairant ou dont la lumière est infiniment plus élastique que celle du premier, réduit mieux les corps à dédissoudre; mais lorsqu'il s'agit de la déplusoxidation et de la réduction, alors le rayon violet est plus efficace que celui rouge; et l'oxide rouge de plomb est plus promptement déplusoxidé et sousoxidé dans le premier rayon que dans le dernier, tandis que l'oxide noir de mercure complette son oxidation dans celui-ci; mais l'oxide rouge du même métal se réduit dans l'autre.

Dans la décomposition de l'oxide puce de plomb et autres corps, l'eau d'humectation n'a d'autre emploi que de réfracter la lumière vers la perpendiculaire, et d'en diminuer ainsi la réflexion; mais dans celle des muriates secs à oxides réductibles par le feu, elle se substitue à l'oxigène de l'oxide près de l'acide muriatique sec et le plusoxide en acide ordinaire.

Le rayon violet n'est donc pas plus hydrogénant que celui rouge, mais il produit une action analogue à celle de l'hydrogène, qui est

de réduire les corps ; et celui rouge n'est pas davantage oxigénant que son opposé ; mais, en qualité de chaleur, il favorise l'oxidation par de l'oxigène, comme l'autre rayon, en qualité de lumière, opère la réduction : on sent que par les épithètes chaleur et lumière, sous lesquelles je désigne ces rayons, je n'entends rien d'absolu, ces qualités n'étant pour eux que très-relatives, et encore seulement par rapport à un même genre d'action.

Sennebier avait déjà vu que le rayon violet était pour les plantes davantage colorant que les autres rayons ; c'est que l'effet est ici une fonction de lumière, et consiste dans la gazification de l'oxigène séparé de l'eau, dont l'hydrogène élabore la couleur. La décomposition de l'acide carbonique dans les plantes, si elle avait lieu, ne serait pas beaucoup plus difficile à opérer que celle de l'eau, puisque l'oxigène séparable proviendrait de son eau ; mais c'est de l'eau étrangère qui, en même temps qu'elle se surhydrogène en se sousoxidant, se substitue à l'eau de l'oxide de carbone, et si l'on veut, en partie, à celle de l'acide carbonique, et organise son acide aec en corps hydrogéné. Si l'oxido-hydrogénation avait entièrement lieu sur de l'acide, la quantité de calorique déplacé par l'hydrogène ne pourrait être reprise par l'oxigène, et la plante serait désorganisée ou empêchée d'etre organisée : on voit que, loin de ce que cette organisation exigerait une chaleur rouge, la gazification de l'oxigène est destinée à lui enlever du calorique.

Au pôle positif de la pile voltaïque, la chaleur ne se développe que lorsqu'il s'y trouve des oxidations à opérer ; mais, au pôle négatif, le même effet a lieu lorsque l'hydrogène s'y substitue à l'eau d'un acide ou à celle d'un thermoxide, ou qu'il enlève l'oxigène à un tel corps ; ce qui forme toujours une combustion, dans le premier cas, par l'acide sec avec l'hydrogène, et, dans le second, par l'oxigène de l'oxide avec ce principe, ou en vertu de l'eau qui dépose l'excès de calorique à son proportionnement naturel avec lequel elle est déplacée. La réduction des oxides exigeant une addition de calorique pour que l'eau soit élevée à ce proportionnement, au lieu qu'il y aurait combustion, une partie du fluide de la pile est fixé à cet effet ; ce cas seul offre une action de débrûlement ; dans les autres cas où de l'eau saturée de calorique est à déplacer par de

l'hydrogène près d'un acide sec, ou du même liquide sursaturé de calorique, près du sousmétal d'un thermoxide, une combustion accompagne toujours le débrûlement, ou, comme on dit, une oxidation a lieu simultanément avec la désoxidation.

Il y a une différence d'agir de la part du calorique pour favoriser la combustion des corps, suivant que celle-ci se fait par du gaz oxigène ou par de l'oxigène engagé. L'oxigène est engagé dans l'air atmosphérique, soit en plusoxidation de l'azote organisé par de l'eau en oxide animal, soit de la vapeur d'eau qui est ce liquide hydrogéné par surcombinaison de calorique, et il faut le plus souvent, par de la chaleur, ou par de la chaleur et de la lumière en même temps, déloger l'oxigène de ces engagemens, pour qu'il puisse passer en d'autres combinaisons. Ici le calorique agit près de l'oxigène et le sature pour son état complet de gaz dans lequel il n'a de l'adhérence avec aucun corps. Les corps qui brûlent spontanément à l'air le font presque toujours en vertu du déplacement de leur hydrogène par l'eau, et de la combustion de ce principe par l'oxigène, qui, sortant d'un engagement de plusoxidation, est toujours avec excès de calorique pour une autre d'oxidation. Les gaz hydrogènes composés brûlent tous spontanément à l'air, à cause qu'ils ont un surcroît de calorique à raison de leur état de solution. Ce qui fait que leur combustion est plus vive que celle de l'hydrogène pur, lors même que le combustible qu'ils contiennent n'est pas brûlé.

La combustion a-t-elle lieu dans le gaz oxigène, ce n'est plus un déplacement d'hydrogène, mais une élastification lumineuse du calorique qu'il s'agit d'opérer; et la chaleur obscure ou sous-rouge produit mieux cet effet que du calorique davantage tendu. Cela fait que les corps n'ont pas besoin d'être enflammés pour prendre feu et brûler avec flamme dans ce gaz; que le carbone déshydrogéné et le fer y brûlent ainsi, tandis qu'à l'air ils ne brûlent que par incandescence; et la lumière provient de ce que l'abondance du dégagement donne au calorique l'occasion de devenir lumineusement tendu.

La séparation de l'oxigène de l'air, celle de l'oxigène des oxides dissous par ce principe, de l'hydrogène de solution d'avec les combustibles

acidifiables dans les gaz hydrogènes composés, etc., sont comparables à la séparation de l'eau de solution d'avec les corps qui en sont pourvus, et à une dédissolution de quelque nature qu'elle soit.

Du calorique doit être ajouté à l'oxigène lorsqu'un oxide est davantage oxidé par son semblable; c'est ainsi que l'oxigène d'une partie de l'oxidule de mercure se surcharge de calorique pour passer en oxidation à une autre partie; et que pour le partage en oxidule et en oxide dissout par l'oxigène, entre deux portions du même oxide, il faudrait une addition encore bien plus considérable de calorique, et assez forte pour sursaturer l'oxigène à son état de gaz. Ce qui est la cause que l'oxide pourpre de mercure, et encore moins celui puce de plomb dans lequel l'oxigène dissout un oxide, tandis que dans l'oxide pourpre de mercure, il dissout un thermoxide, ne peuvent être obtenus à froid par le gaz muriatique oxigéné, mais bien par le même gaz suroxigéné, lequel ne transmet, à ces oxides, que son oxigène de solution, et se dégage à l'état de gaz oxigéné après avoir rendu ces oxides insolubles dans son acide; et c'est une chose assez curieuse que de voir des oxides de métaux transformer le gaz muriatique suroxigéné en gaz oxigéné simple et se soustraire à l'action de ce dernier gaz. Lorsque cet effet ne va que jusques à la plusoxidation de l'oxide, il peut être opéré par le gaz muriatique oxigéné : une partie de l'oxide est dissoute par le gax acide simple pendant qu'une autre partie reprend l'oxigène de ce gaz en plusoxidation et devient inattaquable par d'autre gaz oxigéné, l'action étant nulle entre deux corps qui sont tous deux saturés par un plusoxidant, surtout par un corps de cette qualité que le défaut de calorique engage inamoviblement. Lorsque l'eau intervient dans cette opération, alors tout l'oxigène peut passer en plusoxidation de l'oxide, et celui-ci n'est pas plus attaquable par l'acide devenu simple sans qu'une partie de cet acide ne se régénère en oxigénation. Dans l'expérience de M. Chevreuil, l'oxigéne passe en solution de l'oxide plusoxidé de plomb, en s'adjoignant le calorique de la fusion du verre, par le coucours du platine auquel s'allie le plomb qui est réduit.

Le calorique tendu lumineusement ne peut rester avec l'oxigène, et s'en sépare lorsqu'en même temps qu'il éprouve cette tension il peut être repris par un corps.

5. Les faits généraux de la réfraction et des effets du rayon solaire offrent une analogie avec les actions de l'électricité. Dans le circuit voltaïque, le maximum de chaleur semble se trouver au pôle positif, auquel les corps acquièrent le pouvoir de se combiner avec l'oxigène; et l'action de rendre les corps inflammables est exercée à la surface opposée : des effets semblables sont produits par l'électricité négative et par les rayons les plus réfrangibles du faisceau lumineux.

6. En général, dans la nature, les effets des rayons solaires sont très-composés. Une végétation saine dépend de la présence du soleil ou de la lumière, et, pendant que la chaleur donne aux sucs des végétaux, de la liquidité et de la mobilité, il se produit également des effets chimiques; de l'oxigène se sépare, et il se forme des composés inflammables. Des plantes privées de la lumière deviennent blanches et contiennent un excès de particules saccharines et aqueuses; et les fleurs doivent la variété de leurs couleurs à l'influence des rayons solaires.

Les animaux aussi exigent la présence des rayons solaires, et leurs couleurs semblent dépendre matériellement de l'influence de ces rayons. La comparaison entre les animaux habitans sous les pôles et ceux qui naissent sous les tropiques, comme entre les parties de leur corps exposées à la lumière et celles non exposées à cet agent, démontre la justesse de cette opinion.

On remarquera que les oxides métalliques, dissous par de l'oxigène, deviennent plus obscurément colorés; ce qui provient du désenga-

gement de leur oxidule noirâtre, par l'enlèvement de leurs oxigènes de seconde oxidation et de plusoxidation, par celui de solution.

J'ai déjà dit, en parlant de la plus forte action de la lumière violette que des autres rayons colorés, pour élaborer la matière verte des plantes, par quel moyen cette élaboration est produite, et comment la gazification de l'oxigène est dans les plantes, une voie d'excrétion pour le calorique que l'hydrogène déplace d'avec le carbone organiquement oxidé, etc.

Les animaux qui respirent dans l'obscurité, et sur-tout l'homme de notre espèce, chez qui la blancheur de la peau rend cette différence plus sensible, perdent la couleur de cet organe par l'effet de la décoloration de leur sang, que de l'air davantage plusoxidé par de l'oxigène dépouille de plus d'hydrogène et rend par conséquent davantage séreux.

IV. *De la nature des mouvemens et des affections de la matière rayonnante.*

1. Deux hypothèses ont été imaginées pour rendre raison des principaux effets de la matière rayonnante. Dans la première, on suppose que l'univers est rempli d'un fluide élastique éminemment rare, lequel, lorsqu'il est mis en état d'ondulation, produit sur les organes de la vue les effets qui constituent la vision, ainsi que les autres phénomènes occasionnés par les rayons solaires et terrestres. Dans l'autre hypothèse, on conçoit que des particules sont émises ou lancées, avec une grande vitesse, par les corps lumineux ou échauffans, et qu'elles produisent leurs effets en communiquant leur mouvement aux substances, ou en se combinant avec elles et en changeant leur composition.

2. La première de ces suppositions fut adoptée par

Hooke, Huyghens et Euler; la seconde, par Newton et par les philosophes de son école. Plusieurs des phénomènes peuvent etre expliqués d'après l'une et l'autre hypothèse; mais la doctrine de Newton s'adapte plus heureusement à la plupart des faits qu'on a découverts concernant les modifications de la lumière par la double réfraction et la double réflexion. En effet, il ne semble pas possible, comme Newton l'a fait observer, d'expliquer la circonstance qu'un rayon qui a subi la réfraction extraordinaire, en passant par un crystal, subirait celle ordinaire en passant, dans une direction différente, par un autre crystal semblable, d'après l'idée que l'effet serait une simple ondulation d'un milieu éthéré; mais on peut expliquer cette circonstance en supposant que les rayons consistent en particules douées de mouvement rectiligne et possédant une certaine polarité, c'est-à-dire, des côtés attractifs par rapport à quelques surfaces du crystal et répulsifs par rapport à d'autres surfaces.

3. M. Malus, dans ses vues théoriques sur ce phénomène remarquable, a supposé que les molécules qui produisent la lumière sont pourvues de trois axes rectangulaires, dont l'un est toujours dans la direction du rayon, et dont les deux autres, par l'influence des forces répulsives qu'exerce le milieu cristallin, sont rendus perpendiculaires à la direction de ces forces; et une pareille forme ainsi qu'un pareil effet seraient d'accord avec l'idée que les particules lumineuses seraient des octaèdres.

4. Comme les rayons colorés, séparés par le prisme, observent, à l'égard de la double réfraction, le même

rapport que la lumière directe, il s'ensuit que la polarité des différentes particules doit être la même; et c'est à quoi on devait s'attendre. La même substance crystalline affecte toujours les mêmes formes primitives. Lorsqu'une tourmaline est rompue en différens morceaux, on trouve que chaque morceau possède les mêmes pouvoirs électriques que le crystal entier, et un grand rhomboïde de spath calcaire peut facilement être divisé en plusieurs petits rhomboïdes.

5. Newton a tâché d'expliquer la différente réfrangibilité des rayons lumineux, en supposant qu'ils sont composés de particules de différente grandeur; et cette hypothèse n'est pas contraire à l'idée que ces particules seraient des solides réguliers doués des mêmes polarités. Ce grand philosophe a agité la question si la lumière et la matière commune ne sont pas convertibles l'une dans l'autre, et, adoptant l'idée que les phénomènes de la chaleur sensible dépendent de vibrations des particules des corps, il suppose qu'une certaine intensité de vibrations peut lancer des particules dans l'espace libre, et que des particules mises en mouvement rapide, en lignes droites, peuvent, en perdant leur propre mouvement, communiquer un mouvement vibratoire aux particules des corps terrestres. (*)

(*) Les vues de Newton sont si clairement développées dans le passage suivant, et ces vues sont si intimément liées à la philosophie perfectionnée de la chimie, que le lecteur ne pourra que me savoir gré de les insérer ici en note.

« Question 29. Les rayons de lumière ne sont-ce pas des corpuscules tenus émanés des corps lumineux? car de pareils corpuscules

6. Comme des particules d'un milieu gazeux, lorsqu'elles sont mises dans un état de mouvement ondulatoire, peuvent produire la sensation du son en agissant sur l'organe de l'ouïe, de même on peut concevoir que certaines particules ou agrégés de particules d'une matière se mouvant avec une vitesse considérable et

---

devront passer en lignes droites à travers les milieux uniformes sans s'incliner en ombre, ce qui est la manière dont les rayons de lumière sont habituellement transmis. Ils pourront aussi posséder différentes propriétés, et les conserver, sans altération, pendant qu'ils passent par différens milieux ; ce qui est également dans la nature des mêmes rayons. Les corps transparens, en réfractant, réfléchissant ou inclinant les rayons de lumière, agissent sur eux avec interposition d'un certain intervalle ; et réciproquement, les rayons, quand ils échauffent les corps, agitent de même leurs particules à travers un intervalle ; et l'action et la réaction qui s'exercent ainsi rassemblent fortement à la *force attractive* des corps. Si la réfraction s'effectue par l'attraction des rayons, il faut que les sinus d'incidence soient en proportion donnée avec ceux de réfraction, comme je l'ai fait voir dans mes *Principes de Philosophie naturelle* ; et cette règle est confirmée par l'expérience. Les rayons de lumière passant du verre dans le vide sont inclinés vers le verre ; et s'ils tombent trop obliquement sur le vuide, ils se replient vers le verre et sont totalement réfléchis ; et la cause de leur réflexion ne peut être attribuée à la résistance du vide, mais doit l'être entièrement à une force qui réside dans le verre, laquelle rattire et ramène les rayons prêts à passer dans le vide. Cependant, si la surface postérieure du verre est enduite d'eau, d'huile limpide ou de miel liquide et transparent, alors les rayons qui sans cela seraient réfléchis, passeront dans le liquide d'obduction ; d'où résulte qu'ils ne sont réfléchis qu'après être parvenus à la surface postérieure du verre, et après qu'ils commencent à sortir de cette surface. Si au sortir du verre ils incident dans un des liquides précités, ils continueront leur route, parce que, de l'autre côté, l'attraction du verre est balancée par des forces presque égales, et se trouve empêchée dans ses effets par l'attraction du liquide dont le verre est enduit, lequel s'y oppose. Cependant, si les rayons au sortir de la surface postérieure du verre incident dans le vide, lequel n'exerçant point d'attraction, ne peut contre-balancer et rendre nulle celle du verre, ce qui fait, ou qu'il détourne et réfracte les rayons, ou qu'il les ramène et les réfléchit ;

égale, puissent occasionner la sensation de la vue et les autres effets des rayons solaires ; et l'on peut encore concevoir que la difficulté de réfracter la chaleur rayonnante terrestre, dépende du volume plus grand des particules agrégées ; et, suivant l'hypothèse de Newton, on peut se figurer qu'une matière se mouvant avec

---

cela pourra être rendu encore plus évident si l'on joint ensemble deux verres prismatiques ou deux objectifs de télescopes à foyer très-long, dont l'un soit plane et l'autre légèrement convexe ; et en les rapprochant de manière à ce qu'ils ne se touchent point absolument, et ne soient néanmoins pas trop éloignés l'un de l'autre. Dans ce cas, la portion de lumière qui tombe sur la surface postérieure du premier verre, à l'endroit où l'intervalle entre les verres surpasse la millionième partie d'un pouce, passera à travers cette surface et à travers l'air ou le vide qui est entre les deux verres, et entrera dans le second verre, comme cela a été expliqué dans les *observations 1, 4 et 8* de la *première partie du second livre*. Cependant, si l'on éloigne un peu le second verre, la lumière qui sort de la seconde surface du premier verre, pour passer dans l'air ou dans le vide, ne continuera pas sa route par l'air ou par le vide, mais retournera dans le premier verre et sera réfléchi ; d'où résulte que les rayons sont réattirés par une force qui est inhérente au premier verre, parce qu'aucune autre cause ne peut ici les faire rétrograder. De plus, il suffit que les rayons de lumière soient des corpuscules de différente grosseur pour qu'ils puissent produire les différentes couleurs et les différens degrés de réfrangibilité ; les corpuscules les moins gros peuvent produire le violet, qui est la couleur la plus foncée et la plus faible, et, en même temps, la plus facile à être détournée par l'action des surfaces réfringentes, de la route directe ; et les autres corpuscules, à mesure qu'ils sont plus gros, produiront des couleurs plus fortes et plus claires, telles que le bleu, le vert, le jaune et le rouge ; et qu'à proportion de leur grosseur, ils seront de plus en plus difficilement détournés de leur route ; en outre, pour que les rayons de lumière passent par des alternations de plus facile réflexion et de plus facile transmission, il suffit qu'ils consistent en corpuscules ténus, qui par leur attraction ou par une autre force quelconque, sont capables d'exciter, dans le milieu sur lequel ils agissent, certaines vibrations, lesquelles ayant plus de vitesse que les rayons atteignent successivement, et agitent ces rayons

une grande vitesse, en lignes droites, soit capable de communiquer un mouvement expansif aux particules des corps.

7. Si pour expliquer les phénomènes on admet l'existence d'un fluide spécifique impondérable, éminemment

---

de manière à augmenter et diminuer alternativement leur vitesse, et produisent ainsi, en eux, ces alternations. Enfin, il est très-vraisemblable que la réfraction extraordinaire du cristal d'Islande est produite par une force d'attraction inhérente, tant à certains côtés des rayons de lumière qu'aux particules de cristal; car si aucune vertu ou force de ce genre n'étaient inhérentes à certains côtés des particules du cristal sans l'être à d'autres, laquelle force détournerait et inclinerait vers les parties de la réfraction extraordinaire, les rayons qui incident perpendiculairement sur le cristal ne pourraient point être réfractés plutôt vers ces parties que vers d'autres, tant à leur entrée qu'à leur sortie; afin, lorsque la partie de la réfraction extraordinaire se trouve dans une position contraire, d'émerger de même perpendiculairement sur la seconde surface, le cristal continuant d'agir sur les rayons, même après qu'ils l'ont déjà traversé et qu'ils ont émergé dans l'air, ou, si l'on veut, dans le vide; et comme le cristal n'agit sur les rayons, en vertu de cette force, qu'autant que les autres faces de la réfraction extraordinaire soient tournées vers cette partie du cristal, il semble qu'il doit résider également dans ces faces des rayons une force ou vertu, lesquelles correspondent à la force qui est dans le cristal, à-peu-près de la même manière que les pôles de deux aimans correspondent l'un à l'autre; et comme la force magnétique peut etre augmentée et diminuée, et ne se trouve que dans l'aimant et dans le fer, de même le pouvoir de réfracter des rayons perpendiculairement incidens est plus forte dans le cristal d'Islande et moins forte dans le cristal de roche, et n'a encore été trouvé dans aucun autre corps. Ce n'est point que je veuille assurer que cette vertu soit de nature magnétique, il semble même qu'elle est de nature différente. Je veux seulement en conclure que, quelle que soit cette force, on peut difficilement concevoir comment des rayons de lumière, sans que ce soient des corpuscules ténus, peuvent sur deux de leurs faces posséder une force permanente qu'en même temps ils ne possèdent pas sur leurs autres faces, et cela sans le moindre égard à leur position vis-à-vis de l'espace ou du milieu par lequel ils sont transmis: *Optique*.

rare, on doit admettre autant de fluides qu'il y a de séries différentes d'effets produits par les rayons. Il doit y avoir une matière de lumière violette, une autre de lumière bleue et ainsi de suite; et de meme une matière éthérée désoxidante, une matière calorifique solaire, une semblable matière terrestre; ce

Ne peut-on expliquer les expériences du docteur Yong (Philosophical Transactions, 1804, page 2), par lesquelles il croit prouver que la lumière homogène à de certaines distances égales et dans la direction de leur mouvement, possède des qualités opposées qui sont capables de se neutraliser mutuellement, et d'éteindre la lumière lorsqu'elles parviennent à s'unir, d'après l'idée qu'il existerait des pôles attractifs sur les faces opposées des particules de la lumière. Cet habile physicien considère ces qualités opposées comme favorables à la théorie de l'ondulation; mais si les attractions d'autre matière peuvent faire cesser le mouvement de la lumière, comme cela a lieu par les corps noirs, le même effet ne peut-il être produit par les attractions de ses propres particules les unes sur les autres?

— M. Biot a découvert dans la lumière une propriété nouvelle, qui a du rapport avec l'extrait ci-dessus, et dont nous allons donner une légère idée.

Lorsqu'un rayon blanc polarisé est reçu perpendiculairement sur une plaque de mica, de talc ou de cristal de roche, taillée parallèlement à l'axe de cristallisation, les particules de lumière pénètrent d'abord jusqu'à une petite profondeur, sans, dans la direction de leur axe, éprouver une déviation sensible; mais parvenues à cette limite, qui est différente pour chacune des couleurs, elles se mettent toutes à osciller autour de leur centre de gravité, de la même manière qu'oscille le balancier d'une montre. Ces oscillations sont de même étendue pour les particules lumineuses de toutes les couleurs; mais leurs vitesses sont inégales. Les particules violettes tournent plus rapidement que les bleues, celles-ci plus rapidement que les vertes, et ainsi de suite, jusqu'aux particules rouges qui sont les plus lentes à tourner. Il résulte de cette inégalité de vitesse qu'à chaque épaisseur de la lame il se trouve des couleurs différentes aux deux limites de l'oscillation, et c'est ce qui produit les deux faisceaux colorés que l'on observe quand on analyse la lumière transmise. —

qui est très-contradictoire avec la simplicité ordinaire des causes que l'on remarque dans l'économie des choses ; et cette idée est également rendue improbable par les expériences faites avec les phosphores solaires. Lorsqu'un mélange d'écailles d'huitres calcinées et de soufre, que l'on a fortement échauffé, est exposé à la lumière directe du soleil, il en résulte un bon phosphore solaire, qui devient lumineux et qui continue, pendant quelques minutes, de luire dans l'obscurité; et quel que soit le rayon prismatique auquel on expose cette substance, la lumière qu'elle repand est toujours de la même couleur, savoir, jaune-pâle. Il est aisé d'expliquer ce phénomène d'après l'idée que les rayons communiquent aux particules de la substance, un mouvement vibratoire, par suite duquel quelques-unes des particules de cette substance sont lentement élancées, ou d'après l'idée que les particules ont été formées en nouveaux agrégés, en conséquence de l'attraction du corps; cependant, si l'on suppose que la lumière est spécifique dans son genre, et qu'elle est absorbée et dégagée, dans ce cas le phosphore exposé au rayon bleu devrait repandre de la lumière bleue, ce qui n'arrive point.

8. Plusieurs auteurs ont parlé des combinaisons de la lumière et de la chaleur; mais, d'après les vues qui ont été développées, même en tenant comme admise la théorie de Newton, il est évident que de telles combinaisons sont purement hypothétiques. Lorsque des rayons solaires sont, comme on le dit, *absorbés* par un corps noir, on doit, d'après cette théorie, concevoir que leur mouvement est communiqué aux particules du corps; mais que, comme matière rayonnante, ils

adhèrent au corps ou se combinent avec lui en nouveaux agrégés, c'est une question qui ne peut être bien discutée, à cause que nous manquons de moyens assez exacts pour déterminer si dans de tels cas il se fait une augmentation de poids ; et cet essai est le seul d'après lequel on puisse décider s'il y a véritable combinaison chimique ou seulement mélange mécanique.

Le feu produit dans un grand nombre de procédés chimiques, et particulièrement dans la combustion, peut, d'après les vues newtoniennes, être attribué à des particules lancées dans l'espace libre, par l'effet de la répulsion qu'exercent d'autres particules au moment où elles entrent en combinaison chimique. On peut faire lancer de la lumière par un corps solide, en l'exposant à un courant d'air très-chaud, quoiqu'il ne soit pas lumineux. La lumière est toujours de la même espèce ; et cette circonstance est favorable à l'idée de la possibilité que de la matière commune serait convertie en matière rayonnante.

Plusieurs phénomènes qui ont été attribués à la lumière combinée paraissent être de nature électrique ou n'être que l'effet de l'incandescence des corps ; car toutes les fois que la chaleur s'élève jusqu'à un certain degré, les corps deviennent lumineux ; des morceaux de quartz que l'on frotte ensemble sont rendus électriques ; et par la percussion ou le frottement, les corps durs peuvent fortement s'échauffer.

Pendant la putréfaction de certaines substances animales et végétales, il se dégage de la lumière ; et cet effet n'est pas plus difficile à expliquer que celui de

la chaleur qui se produit pendant de semblables opérations.

La lumière que répandent certains insectes vivans semble dépendre de la sécrétion d'une substance très-facile à se décomposer ; et l'on peut supposer qu'un changement chimique équivaut à la production de la lumière.

On a quelquefois supposé qu'une substance spécifique impondérable, en état de produire la lumière, est contenue dans le gaz oxigène ; et on a également imaginé qu'une substance semblable se trouve dans les corps inflammables ; mais les faits sont en contradiction avec cette hypothèse. Du fer qui est échauffé jusqu'à blancheur brule dans le gaz oxigène avec une vivacité surprenante, lançant des étincelles fortement lumineuses ; cependant, lorsqu'il est échauffé jusqu'à 600° de Fahrenheit, il se combine lentement avec l'oxigène en produisant de la chaleur sans lumière : le changement chimique est le même dans les deux cas, et la différence consiste seulement dans la rapidité et l'énergie.

9 Les recherches sur la lumière, faites en ces derniers temps, ont fait voir qu'il reste beaucoup à découvrir sur les affections et les mouvemens de la matière rayonnante ; et ce sujet, s'il était complètement approfondi, donnerait l'espoir de réunir la science chimique et la science mécanique, et promettrait des vues nouvelles et plus claires sur l'arrangement corpusculaire de la matière.

Dans la matière rayonnante, les particules agissent toujours indépendamment des lois ordinaires de l'attrac-

tion ; et dans la réfraction prismatique, la différence de leur action est déterminée; et il semble probable que les rapports des différentes particules avec l'arrangement crystallin de la matière se trouvent liés à des pouvoirs analogues aux qualités électriques dont elles sont en possession.

Si l'idée sublime des philosophes de l'antiquité, laquelle a été sanctionnée par l'assentiment de Newton, était vraie, savoir, qu'il n'existe qu'une seule espèce de matière, dont les formes différentes, tant chimiques que mécaniques, sont dues au différent arrangement de ses particules, alors on pourrait trouver une méthode d'analyser ces formes dans leurs rapports avec la matière rayonnante. Newton a supposé que les particules de lumière à l'extrémité violette du spectre, sont les moins volumineuses, celles à l'extrémité rouge, les plus volumineuses, et que les particules des couleurs intermédiaires ont un volume moyen. D'après cette idée, les particules calorifiques invisibles seraient, dans le rayon solaire, les plus grosses, et l'on peut imaginer que celles lancées par les corps terrestres le sont encore plus, et sont assez grosses pour ne pouvoir passer par les pores de milieux transparens. Les rayons à l'extrémité rouge du spectre solaire tendent, par leurs pouvoirs chimiques, à brûler les corps ou à les combiner avec l'oxigène; ceux à l'extrémité opposée tendent à restituer la combustibilité aux corps; et l'électricité négative qui exerce la même fonction dégage de l'eau, du gaz hydrogène, lequel est l'élément chimique le plus léger de la nature, et celui que, dans l'hypothèse corpusculaire, on peut supposer composé des particules les plus tenues.

10. L'idée que la lumière n'est point un fluide spécifique est confirmée par quelques résultats pratiques concernant l'économie de cet agent. Le comte de Rumford a dernièrement fait voir que la quantité de lumière que répand une portion donnée d'une matière inflammable en combustion est proportionnelle dans un rapport élevé avec l'élévation de la température; et qu'une lampe ayant plusieurs mèches très-rapprochées les unes des autres, et au point de se communiquer mutuellement de la chaleur, brûlent avec infiniment plus d'éclat que des lampes d'Argand, telles que communément on en fait usage.

C'est ici le lieu de faire remarquer en quoi les principes les plus nouveaux diffèrent de ceux anciens, que l'on pourrait vouloir confondre ensemble ainsi qu'avec une nouvelle théorie du phlogistique que dans le temps j'avais suggérée à Gren, qui n'en a pas senti les conséquences, et que j'ai, depuis peu, développée dans un mémoire devant l'Académie de Berlin.

L'ancienne théorie du phlogistique admettait comme calorique combiné et comme principe de l'inflammabilité et matière enflammante en même temps, ce que dans la suite on a dit être l'hydrogène. On disait : l'hydrogène abandonne, sous forme de calorique, les corps combustibles à mesure que l'oxigène s'y combine; ou si le phlogistique y reste, il se forme de l'acide carbonique; mais ce principe était à-la-fois la cause de la combustion ou le corps brûlant, et l'effet de cette opération ou son produit; ce qui était confondre l'effet avec la cause. Aussi, les bons esprits, tels que Kirwan, Gren et autres, ont-ils senti toute l'inconséquence de ce raisonnement, et n'ont ils jamais voulu admettre la composition de l'eau par l'oxigène et l'hydrogène, ni aucune des conséquences qui devaient résulter de cette composition reconnue. Ils ont dit : l'oxigène en se combinant avec les corps combustibles en épulse l'hydrogène qui est le phlogistique; mais ils ne pouvaient pas dire en même temps : cet hydrogène en réagissant sur l'oxigène produit encore l'inflammation, et

laisse pour résidu de l'eau. J'écrivis à Gren : admettez la composition de l'hydrogène et faites-le consister en une base qui avec l'oxigène forme l'eau et qui est la cause de la combustion, et en phlogistique que l'oxigène déplace d'avec l'hydrogène, et qui est l'éduit de cette opération; mais une telle théorie n'était plus assez stahlienne, ou se rapprochait trop de celle de Lavoisier qui admettait également le calorique dans l'hydrogène, pour s'accommoder avec les prétentions d'un parti. Lorsque dans la suite on a prétendu que l'eau était simple, et que de sa combinaison avec plus ou moins de calorique, avec la lumière ou la chaleur, ou avec l'électricité positive ou négative, résultaient les gaz oxigène et hydrogène, c'était dire positivement que les métaux réduits contenaient de l'eau. J'extrais encore le passage suivant du mémoire cité.

— « Si d'après des principes mixtes les continuateurs de Stahl avaient établi la composition du gaz hydrogène et qu'ils eussent avec nous reconnu la composition de l'eau, alors ils auraient pu dire : les métaux sont composés d'une base particulière et de gaz hydrogène, qui lui-même a pour élémens l'hydrogène et le phlogistique ; et lorsque l'oxigène se combine avec les corps, il se met près du gaz hydrogène à la place d'une partie du phlogistique, lequel, selon la quantité séparée, forme la chaleur ou la lumière de la combustion; ensuite les combustibles acidifiables consistent en une base analogue, en un acide et en gaz hydrogène en partie décomposé dans son phlogistique par l'oxigène de l'acide ; et l'oxigénation de ces corps forme de l'eau dans laquelle leurs acides, adhérens à la base, sont dissous.

L'eau résulte du déplacement d'une partie du phlogistique du gaz hydrogène par le gaz oxigène, et ce liquide est sans base ce que tous les corps, autres que le gaz oxigène, le gaz hydrogène et les métaux réduits, sont avec une base, savoir, des composés d'hydrogène,

d'oxigène et de phlogistique, dans autant de proportions différentes qu'il y a de corps différens.

Lorsque l'eau ou les oxides métalliques sont réduits par le feu, par la lumière ou par l'électricité, le phlogistique se substitue à son tour à l'oxigène près de l'hydrogène, et forme du gaz de ce principe, lequel se dégage ou reste avec la base du métal; et l'oxigène, chassé de combinaison, se met en liberté. L'activité, dans cette opération, s'exerce entre l'hydrogène et le phlogistique, qui se recomposent en gaz, et l'oxigène est passif.

Les oxides métalliques qui se sousoxident, n'éprouvent qu'une substitution partielle du phlogistique à l'oxigène, près de l hydrogène.

La réduction par l'hydrogène ou par d'autres combustibles se fait par le double effet de la réhabilitation du phlogistique près du métal oxidé, et de la reprise de l'oxigène en échange de phlogistique, par l'hydrogène ou par le combustible réduisant.

Dans la plupart des cas où de l'hydrogène désoxide, il faut que l'oxigène se trouve déjà en déplacement commencé, par le phlogistique, d'avec l'hydrogène du métal. Sans cela les affinités seraient anomales, puisque les métaux s'oxident par l'eau; et dans aucune circonstance, et pas même sous la pile, l'hydrogène ne décompose l'eau.

Dans les oxides métalliques, le gaz hydrogène se trouve, ou avec moins de phlogistique que dans l'eau, ou avec plus de cet agent; dans le premier rapport,

il forme les oxides non immédiatement réductibles par le feu ; dans le second, les oxides réductibles sans addition ; et lorsque par le feu l'oxide n'est que sous-oxidé, l'oxigène devient en partie libre par le phlogistique que l'oxigène restant déplace d'avec l'hydrogène, et par lequel l'oxigène partant est déplacé d'avec ce corps.

Lorsqu'un métal est oxidé par l'eau, on peut concevoir, ou que l'oxigène de ce liquide se substitue à une partie du phlogistique, près du gaz hydrogène du métal, et que l'hydrogène de l'eau, reprenant ce phlogistique, se recompose en gaz, ou que l'hydrogène indécomposé ou retenant tout le phlogistique de son état de gaz, est déplacé par l'eau, laquelle, à raison de l'oxigène dont son hydrogène est sursaturé, déplace, d'avec l'hydrogène non substituable du métal, le phlogistique qui est dégagé dans cette opération sous forme de feu.

Pour qu'un métal dont l'oxide est réductible *per se*, puisse être oxidé par l'eau, il faut que du phlogistique soit ajouté à l'hydrogène de ce liquide, parce qu'il est du caractère de ces oxides d'exister par de l'hydrogène moins déphlogistiqué que dans l'eau ; ce qui est l'effet d'une moindre affinité avec l'oxigène, et d'une plus grande affinité avec le phlogistique, et en même temps la cause de leur réductibilité par le feu, lequel a moins de phlogistique à ajouter en raison de moins de gaz hydrogène à recomposer, et de moins d'oxigène à déplacer.

Les métaux plus facilement réductibles sont ainsi oxidés au feu par d'autres métaux qui le sont moins, et tout

oxide, dont le métal est volatil, cède son oxigène à un métal plus réductible mais fixe, en échange du phlogistique de ce métal et de celui du feu; et depuis la connaissance des nouveaux métaux, on ajouterait, en parlant d'après cette théorie, que, dans le cas où l'oxide de potassion ne pourrait être réduit par l'hydrogène que l'eau d'hydratation de la potasse ordinaire déplace d'avec le fer, il le serait encore immédiatement par ce métal et par d'autres en vertu du surproportionnement de son hydrogène par du phlogistique, et du relâchement d'union entre ce corps et l'oxigène, qui en est la suite.

Les acides qui se réduisent se trouvent dans une condition analogue aux oxides qui se sousoxident : une partie seulement de l'oxigène est déplacée près de leur hydrogène par le phlogistique. C'est pour cela que cette opération exige moins de chaleur que la réduction d'un oxide de métal, et que, même au moment où elle a lieu, il se dépose du phlogistique déplacé d'avec l'hydrogène par l'oxigène de l'acide. Ce qui prouve que ce n'est point par l'enlèvement de l'oxigène, mais par la substitution de l'hydrogène à l'eau d'hydratation de l'acide que cette sousoxidation est opérée, car si l'oxigène était enlevé, le phlogistique déplacé se fixerait pour concourir à la réduction. Cette retraite du phlogistique sous forme de lumière et de chaleur est rendue sensible pendant la réaction des acides sulfurique et nitrique sur les huiles volatiles, malgré que ces acides ne passent qu'à la sousoxidation. Cependant, la réduction complète des acides, dans l'oxigène de leur acidification, exigerait, lorsqu'elle serait opérée sur l'acide, l'addition d'un peu plus de phlogistique que pour

la réduction de l'eau ; mais sur le combustible acidifiable, la même quantité de phlogistique que celle qui se retire de l'acide réduit en combustible par l'hydrogène devrait être ajoutée, et si le combustible était hydrogéné au degré de son hydratation, il faudrait que le double de ce phlogistique fût ajouté en raison de la double quantité d'hydrogène qui serait à rephlogistiquer en gaz. L'hydrogénation de l'azote en ammoniaque, sous déposition de phlogistique, et la réduction de cet alcali en métal par une quantité de phlogistique double de celle déposée, et par de l'hydrogène pour déplacer, sous forme d'eau, l'oxigène d'acidification, donne une étiologie complète de ce procédé. Le phlogistique est nécessaire pour recomposer l'hydrogène sousphlogistiqué par l'oxigène de l'acide, en gaz, qui est la forme sous laquelle il existe dans les corps réduits.

Dans les pyrophores par insolation ou par ignition, quelle qu'en soit la nature, oxides métalliques, sulfures, phosphures, carburo-sulfures ou autres, la lumière ou la chaleur rouge se substituent près de l'hydrogène à l'oxigène de ces corps, et recomposent de l'hydrogène sous-gazeux qui, hors de l'influence de ces agens, se décompose par la retraite du phlogistique, ce qui dans l'obscurité les fait paraître lumineux.

L'eau ne saurait être décomposée que par la substitution du phlogistique à l'oxigène, près de l'hydrogène. Le fluide électrique décompose ainsi l'eau libre, et la lumière, celle engagée en organisation avec le carbone, dans les végétaux croissans. Un corps décomposé ne se recompose que par le principe qui s'en trouvait séparé.

Le gaz muriatique oxigéné est un acide surcombiné d'oxigène comme les combustibles acidifiables sont de semblables corps surcombinés d'hydrogène. Dans ce gaz, l'hydrogène de l'acide se trouve à zéro absolu de phlogistique, et l'hydrogène, dont on sature ce gaz, dépose presque autant de phlogistique que si, avec du gaz oxigène, il formait de l'eau. La différence provient d'un peu d'hydrogène qui, dans l'acide, se surcombine, et en vertu duquel ce corps adhère à l'eau; cette portion d'hydrogène doit prendre une quantité proportionnée de phlogistique pour se mettre en surcombinaison. Dans tous les autres corps oxigénés, comme dans ceux hydratés, l'hydrogène se trouve sans phlogistication.

Lorsque des combustibles acidifiables se combinent avec des métaux, l'inflammation qui a lieu provient de l'oxigène de l'acide qui déplace du phlogistique d'avec l'hydrogène du métal. On a quelques raisons de croire que, pendant la combinaison des combustibles acidifiables entre eux, l'oxigène de l'un des acides se sépare sous forme d'eau, comme l'indique l'explosion que M. Accum a vu se produire, et qui ne peut être l'effet que de ce liquide qui se vaporise pendant que du phosphore se combine avec du soufre, comme il résulte de la régénération de l'alcohol de soufre en ce combustible, par l'eau, sans que de l'hydrogène soit dégagé.

Les oxides, en s'unissant aux combustibles acidifiables sans en être réduits, au lieu d'éprouver, comme les métaux, un déplacement dans leur phlogistique, déplacent au contraire, en vertu de leur oxigène, du phlogistique d'avec l'hydrogène de ces corps.

L'oxigène est absolument exempt de phlogistique, à l'état de gaz comme à l'état condensé; et dans aucun cas il ne peut, par de sa matière, concourir aux phénomènes de la combustion. Il repousse au contraire le phlogistique qu'il rencontre dans l'hydrogène, et ne s'unit à ce principe qu'après l'avoir expulsé.

L'hydrogène ne peut exister sans saturation par du phlogistique seul, par de l'oxigène seul, ou par ces deux corps en même temps. Il se trouve saturé de phlogistique dans son gaz et dans les métaux; d'oxigène, dans les corps oxigénés, et de plogistique et d'hydrogène à-la-fois dans tous les autres corps.

L'existence de l'oxigène est indépendante, et ses affinités sont purement passives. L'eau est sa combinaison prochaine dans laquelle il déplace d'avec l'hydrogène le plus de phlogistique; ce qui fait qu'aucun autre corps ne peut rendre à l'hydrogène cette quantité de phlogistique, ni par conséquent décomposer l'eau.

Le proportionnément déterminé dans toutes les combinaisons chimiques a pour cause le besoin de saturation de l'hydrogène, soit par de l'oxigène, soit par du phlogistique. Un rapport donné en capacité saturante de phlogistique ne cède, près de l'hydrogène, sa place qu'à un semblable rapport d'oxigène, et l'oxigène agit de même à l'égard du phlogistique; ce qui fait que de l'oxigène sort de combinaison dans le rapport que l'hydrogène reprend du phlogistique, et fait que du phlogistique se libère dans le rapport que le même principe reprend de l'oxigène; et il n'y a point d'autre combinaison qu'entre ces trois corps.

Le phlogistique est une modification du calorique, dont trois autres manières d'être sont la lumière, l'électricité et la chaleur. La lumière et l'électricité peuvent se transformer en phlogistique, mais non la chaleur, qui paraît avoir, à cet effet, un défaut de qualité élastique ; cela prouve, en même temps, que la tension du phlogistique est intermédiaire entre la tension de l'électricité et celle de la chaleur, à-moins qu'en se composant par de l'électricité ou de la chaleur rouge, il utilisât seulement, à cet effet, la lumière de ces agens, et qu'il séparât leur chaleur. » —

Si ce raisonnement avait été établi dans le temps, nous n'aurions rien trouvé à y opposer ; mais aujourd'hui nous y opposerions que le gaz muriatique suroxigéné, dans lequel il admet une absence absolue de phlogistique, puisque déjà cette absence se trouve dans le gaz muriatique oxigéné, se décompose sans addition d'hydrogène et par la simple compression ou par un léger échauffement, avec déposition de calorique sous forme de lumière, ce qui prouve que cet agent doit avoir son existence dans l'oxigène ; mais cette objection n'aurait fait que transférer l'existence de ce principe dans le corps où Lavoisier et son école l'avaient placé, et cette école aurait pu soutenir, comme nous le faisons aujourd'hui, que la source de tout calorique est dans l'oxigène, puisque dans tous les changemens de combinaison, autres que par le feu, l'hydrogène l'en déplace, et que dans toute décomposition où l'hydrogène ou le corps le plus hydrogéné ne contractent pas de nouvel engagement, il s'en fixe. Le principe qui repousse le calorique, ne peut, dans la combustion, en fournir sa part, et la forme change tout-au-plus la capacité pour le calorique spécifique, si encore ce changement n'est pas un effet de plusoxidation ou de déplusoxidation. Toutefois la théorie antiphlogistique accordait au calorique des attributs trop insignifians et plutôt de disposition que de combinaison ; de sorte que son action était très-secondaire et se bornait à désunir les corps par une inégale dilatation de leurs principes, ou à les disposer, par l'écartement de leurs parties, à s'unir ; ce qu'on appelait donner à l'affinité

chimique de l'avantage sur celle de cohésion : la chimie de l'électricité rend son action encore bien plus mécanique.

Tout établit que le calorique contracte de véritables combinaisons avec l'oxigène et par un avantage sur l'hydrogène qui se mesure d'après la supériorité de son rapport dans l'eau. L'excès de masse avec lequel il se présente dans le cercle des activités chimiques, et la faculté que nous avons par les trois moyens, du feu, de l'électricité et des verres réfractans, comme des miroirs convergens, de l'incorporer en quantité considérable et par pénétration forcée aux corps, lui donne sur son antagoniste un nouvel avantage au profit de l'art et à la disposition du soleil ; et peut-être que sans cette prépondérance de son pouvoir sur celui de l'hydrogène, il n'aurait pu se maintenir sûr le globe, et que la matière qu'il avait organisée serait retournée au cahos ; car, comme nous voyons, en vertu de cette prépondérance, l'oxigène se saturer entièrement de calorique, rien n'eût empéché qu'il se fût de même saturé d'hydrogène, et alors la matière aurait été désorganisée. Il est probable qu'il n'existe pas de combinaison où l'hydrogène concourt à la saturation de l'oxigène dans le même rapport que le calorique, c'est-à-dire, où 1 d'oxigène est saturé par 1 demi d'hydrogène et 1 demi de calorique.

En admettant que la substance inorganisée du globe consiste en parties égales d'oxigène et d'hydrogène, il est manifeste qu'aucun changement n'a pu s'y opérer que par le calorique qui s'est chimiquement substitué à l'hydrogène ; et les changemens subséquens ont eu lieu par la substitution de l'hydrogène au calorique. Actuellement, ces deux effets s'alternent, et l'activité se maintient dans la matière en vertu de leur prépondérance relative échangée. L'hydrogène a repris de l'avantage sur le calorique à mesure que le globe s'est soustrait au feu qui l'a organisé, de la même manière que ce principe reprend de l'avantage sur le même agent près d'un oxide qui se refroidit.

Si la théorie du phlogistique avait été interprétée conformément au précédent extrait, les grands praticiens auraient opéré dans le sens de ces principes, et les théoréticiens auraient raisonné dans le même sens ; toutes les expériences auraient conduit à des résul-

tats d'avance jugés possibles, et sans le secours de chiffres toutes les conclusions auraient été mathématiquement justes.

M. Biot a fait une découverte très-concluante à l'égard de la nature des différens rayons colorés du spectre. Il a vu les particules de lumière de ces couleurs osciller autour de leur axe avec des vitesses décroissantes en raison de leur rapprochement de la bande rouge. Plus de vitesse dans l'oscillation suppose plus de mouvement, et une plus grande réfrangibilité admet encore la même supposition; car, dans les corps élastiques, la force de réflexion est en raison de celle de la résistance, et celle-ci en raison de la force de projection. Les rayons originairement les plus élastiques conservent donc, après la réfraction, le plus de mouvement; mais ces qualités sont-elles inhérentes à la lumière primitive, où nous parvient-il du soleil de la lumière affectée de plus ou de moins de ressort suivant que quelques particules pénètrent dans une couche plus dense de l'atmosphère solaire à raison de la qualité élastique qu'ils conservent à leur retour, ou du mouvement plus ou moins accéléré de leur chûte, suivant qu'elles tombent de plus ou de moins haut; ou bien, la lumière directe éprouve-t-elle ce retardement, dans une partie de ses particules, de la part de l'air, ou encore, celle réfractée est-elle seulement plus lente par l'effet d'une couche différemment épaisse de la substance du prisme qu'elle a traversée? Ces questions resteront long-temps à être éclairées, car les expériences qu'on pourra faire à cet égard ne seront pas toutes aussi heureuses que celles de M. Biot, laquelle décide irrévocablement la question de la nature materielle du calorique, puisqu'une force sait bien imprimer un mouvement d'oscillation à une matière, mais ne saurait elle-même osciller. Il résulte, comme une conséquence immédiate de la nature materielle de la lumière, que partout où ce corps disparait sans échauffer, il se combine en vertu d'une affinité chimique.

On peut considérer la réfraction comme une réflexion manquée à raison de la transparence du milieu, et dans laquelle la lumière est détournée de sa route, mais ne perd point son mouvement. La résistance est-elle plus grande que dans le milieu traversé, elle se replie en arrière et se détourne davantage de son

mouvement de réflexion; est-elle moindre, elle se replie en avant, et se rapproche de ce mouvement, ou la lumière reprend dans un milieu plus rare; le mouvement rectiligne qu'elle avait perdu dans un milieu plus dense, et, *vice versâ*, dans un milieu plus dense, celui qu'elle avait perdu dans un milieu plus rare, ou l'un milieu redresse l'effet de l'autre, avec la différence qu'un milieu plus dense ne saurait redresser que l'écartement qu'un milieu rare a déjà redressé sur l'effet d'un premier milieu dense, à cause que la lumière ne peut primitivement passer que d'un milieu rare ou plutôt du vide, dans un milieu dense, ou que le premier de ces milieux ne fait que redresser l'écartement occasionné par le second; l'effet est en raison de l'obliquité d'incidence, mais une incidence trop oblique change la réfraction en réflexion.

La lumière qui se revêtit déjà de différentes couleurs, suivant que, par la réfraction prismatique, elle perd plus ou moins de son mouvement, peut, à raison de sa différente qualité élastique, prendre différens autres caractères et manifester différentes autres propriétés, et la même matière qui avec 1 de mouvement paraît sous une couleur rouge, avec 2, sous une couleur orange et ainsi de suite, peut également avec plus de mouvement être blanche, éclairer les corps et réduire les thermoxides, comme avec moins de mouvement elle peut déjà ne plus être que de l'électricité, qui peut encore éclairer et réduire, et qui en-outre échauffe sans devoir se soustendre, et avec encore moins de mouvement elle peut seulement échauffer et par-là faciliter l'oxidation des corps; c'est la qualité qui change et non la nature, et si pour chaque forme différente des corps il fallait admettre une matière différente, il y aurait une matière de la glace, une autre de l'eau et une troisième de la vapeur d'eau.

L'expérience avec le pyrophore, qui convertit en lumière jaune-pâle un rayon coloré quelconque qu'il laisse dégager à l'ombre après l'avoir fixé dans l'image du spectre, prouve que les différentes lumières de cette image conservent la même nature et sont seulement différemment modifiées, et que le jaune de l'émanation pyrophorique dépend du rallentissement, propre à cette couleur, avec laquelle cette lumière se dégage; et il est permis de concevoir que la cou-

leur des corps provient du plus ou moins de retardement qu'éprouve la lumière qui en est réfléchie, et que l'interception de certains rayons, par des milieux transparens colorés, a pour cause, de la part de ces milieux, de ne pouvoir être traversés que par de la lumière d'un ressort donné.

Le fait relatif au fer qui brûle, ou avec l'éclat du soleil, ou avec l'obscurité des plus profondes ombres, suivant que sa combustion est plus ou moins vive, et sans que les produits soient différens, est propre à faire voir que les formes sont des effets, et que la cause réside dans le ressort.

DIVISION III.

DES SUBSTANCES INDÉCOMPOSEES EMPYRÉES (COMBURANTES), OU DES SUBSTANCES INDÉCOMPOSÉES QUI ENTRETIENNENT LA COMBUSTION, ET DE LEURS COMBINAISONS ENTRE ELLES.

I. *Observations générales.*

1. On a déjà fait mention que, dans presque tous les cas d'action chimique vive, il se manifeste une hausse de température des corps agissans, et un rayonnement plus considérable de chaleur partant de ces corps, et que dans plusieurs circonstances il se produit également de la lumière. (*Voyez pages* 47 *et* 209.)

La force d'attraction entre les corps en activité détermine la rapidité de la combinaison, et dans la proportion que cette rapidité est plus grande, l'intensité de la chaleur et de la lumière l'est également. Dans la doctrine du phlogistique, tous les changemens dans lesquels de la chalenr et de la lumière se manifestaient, étaient expliqués d'après la supposition que le principe de l'inflammabilité était contenu dans les corps en action. Dans la doctrine antiphlogistique, la plupart de ces changemens ont été expliqués en les attribuant à la fixation ou au transport de l'oxigène; cependant, les dernières recherches semblent

toutes démontrer qu'aucune substance ou forme particulière de matière ne sont requises pour cet effet; que celui-ci est un résultat général de l'action entre des substances exerçant de fortes attractions chimiques ou ayant des rapports électriques différens, et qu'il est produit dans tous les cas où l'on peut concevoir qu'un mouvement considérable et violent est communiqué aux particules des corps.

2. Plusieurs corps qui jusqu'ici n'ont point encore été décomposés et qu'on ne peut raisonnablement supposer contenir de l'oxigène, produisent de la chaleur et de la lumière par leur action chimique; tels sont quelques substances métalliques, et entre autres le potassion lorsqu'il se combine avec l'arsénic ou avec le tellure; et le mélange de soufre avec certains métaux devient incandescent au moment où ces corps entrent en union. En nommant une classe de corps pour leurs rapports avec la combustion, ou pour leur efficacité à produire les phénomènes du feu, on entend seulement signifier que la production de la chaleur et de la lumière caractérise davantage leur action que celle d'aucune autre substance; et ils sont de même opposés à tout autre corps indécomposé, par leurs rapports électriques, étant, dans les combinaisons voltaïques, toujours attirés ou enlevés par la surface positive, tandis que tous les autres corps indécomposés connus sont séparés à la surface négative. On ne connaît jusqu'ici que deux substances empirées indécomposées. On les décrira dans les deux sections suivantes, et on y discutera les actions qu'elles exercent l'une sur l'autre.

II. *Du gaz oxigène.*

1. Le gaz *oxigène* fut découvert par le docteur Priestley, en août 1774. Pour se le procurer, on introduit dans une cornue de verre, pourvue d'une tubulure à bouchon usé, une certaine quantité de manganèse, minéral que l'on trouve abondamment près de Exeter et en différens autres lieux; on ajoute assez d'huile de vitriol (acide sulfurique), pour mouiller le manganèse, et on mêle bien la matière avec une tige de verre; ensuite, au moyen d'une lampe, on échauffe doucement le fond de la cornue et on engage l'ouverture de son col avec un cylindre de verre plein d'eau et renversé sur la planchette de l'appareil hydro-pneumatique (voyez planche 6, fig. 23); bientôt des bulles d'air montent à travers l'eau; on rejète les premières portions, qui sont en grande partie l'air de la cornue. Après avoir laissé échapper un volume d'air égal à la capacité de la cornue, on recueille le gaz qui suit et on le conserve pour l'usage.

Il y a plusieurs autres méthodes de se procurer le gaz oxigène. Le même manganèse étant échauffé au rouge dans un tuyau de fer, tel qu'un canon à fusil dont on a bouché le trou d'amorce, fournira une quantité considérable du même gaz, que l'on peut recueillir à l'aide d'un tube qu'on adapte au col du canon à fusil, et qui, par son extrémité, va s'engager sous le récipient de l'appareil hydro-pneumatique.

Du salpêtre fortement échauffé dans une cornue de porcelaine laisse dégager du gaz oxigène ; les oxides puce et rouge de plomb donnent le même produit, et les sels appelés hyperoxymuriates le fournissent également à une chaleur rouge obscure ; on se sert, pour ce procédé, d'une cornue de verre, et on l'échauffe par un feu de charbon mis sur un réchaud. Cent grains d'hyperoxymuriate de potasse fournissent communément environ 114 pouces cubes de gaz oxigène.

Le gaz oxigène obtenu du salpêtre et des substances métalliques ci-dessus nommés est plus ou moins mêlé à d'autres matières gazeuses permanentes ; celui extrait de l'hyperoxymuriate de potasse est exempt d'une semblable altération ; et lorsqu'on le recueille sur le mercure, il ne contient que de la vapeur d'eau, dont on peut le dépouiller par le moyen du muriate sec de chaux ou par des cylindres de potasse ordinaire. Le gaz oxigène retiré du nitre contient beaucoup plus de matière gazeuse étrangère que celui obtenu des oxides métalliques. Le même gaz fourni par le manganèse et l'acide sulfurique, lorsqu'on le prépare dans l'appareil au mercure, contient rarement plus de 1 cinquantième de gaz étranger, tandis qu'étant préparé dans l'appareil à l'eau, il se trouve mêlé avec ce gaz de 1 trentième à 1 vingtième, lequel provient de l'air atmosphérique qui était contenu dans ce liquide et qui en est expulsé.

On s'assure aisément de la pureté du gaz oxigène obtenu d'après ces procédés. A cet effet, on remplit, de mercure, un tube étroit de verre, recourbé et fermé à un de ses bouts, et on y fait passer as-

sez de gaz sec pour occuper environ le quart de sa capacité, dont on doit connaître d'avance la mesure. On introduit dans le gaz une parcelle de phosphore, à la proportion d'un demi-grain pour chaque pouce cube de gaz, en la poussant jusques dans la partie courbe du tube. On fait enflammer le phosphore en tenant le tube au-dessus de la flamme de l'esprit de-vin. A l'instant où le gaz se met en expansion, on ferme, par le doigt, l'extrémité ouverte du tube qui est sous le mercure, et l'on continue d'échauffer jusqu'à ce qu'on ne s'apperçoive plus d'aucune lumière dans le tube. Après que le tube est refroidi, on retire le doigt : le mercure montera aussitôt dans le tube, tout le gaz oxigène aura été absorbé, et le gaz restant, étant mesuré et comparé avec la quantité primitive, indiquera l'impureté du gaz.

Noos avoos déjà dit que tous lcs corps oxidés qui, ao feu, donnent de l'oxigèoe, peuvent être considérés comme plusoxidés par ce principe et comme le fixant avec plus de calorique qu'il se trouve dans l'can où il est oxidé. Le mangaoèse noir est on oxide plosoxidé par de l'oxigène, et l'oxide rouge de plomb, comme plusieurs autres oxides, ont une semblable constitutioo. L'oxide puce de plomb est plusoxidé et en même-temps dissout par l'oxigène.

L'acide nitrique est de l'acide nitreox plusoxidé par de l'oxigèoe, et ce dernier acide est du gaz nitreux plusoxidé par de l'acide nitrique. Le caloriqoe déplace l'oxigène de plusoxidation, d'abord d'avec l'acide nitreux, et ensuite d'avec le gaz de cc nom, et finit par le déplacer en partie d'avec ce gaz loi-même, de manière à laisser l'alcali avec l'oxide gazeux d'azote qui contiooe de le satorer en preuve irrécusable que cette satoration et le proportionnémeot d'oxigène dans lcqoel elle a lieu se fait par l'acide sec nitrique, lequel se tronve aussi complétement constitué dans l'azote qu'il l'est dans l'acide nitriqua liquide.

Les muriates suroxigénés sont du gaz muriatique oxigéné dont l'oxigène de plusoxidation est rendu amovible par son déplacement à l'aide d'un autre plusoxidant qui est l'alcali, et auquel l'oxigène qui, par défaut de calorique, était resté en plusoxidation du sel, est déjà enlevé par de l'oxigène de solution, lequel complète le calorique manquant.

L'oxide de mercure, que l'auteur ne cite pas comme fournissant abondamment et facilement du gaz oxigène, contient également de l'oxigène moins substitué dans son calorique que ce principe l'est dans l'eau ; ce qui est la cause de la réductibilité de ce métal au feu, et, sous ce rapport, l'oxide de mercure, comme ceux des autres métaux qui se trouvent dans le même cas, peut être regardé comme étant plusoxidément oxidé.

L'acide sulfurique détermine la séparation de l'oxigène d'avec l'oxide de manganese en se mettant à sa place. L'acide muriatique ne produit pas le même effet, parce que le calorique qu'il dépose en s'unissant à l'oxide est insuffisant pour porter l'oxigène à l'état de gaz ; ce qui fait qu'une portion de cet acide doit prendre en plusoxidation avec un défaut de calorique, à la place de son eau, l'oxigène que l'autre portion déplace avec ce défaut.

Dans les corps quelconques plusoxidés par de l'oxigène, l'ensemble de ce principe est proportionné de calorique comme dans l'eau ; et la séparabilité de la portion plusoxidante est due à ce que l'hydrogène qui par la séparation devient surcombiné, déplace du calorique d'avec l'oxigène restant.

2. Le gaz oxigène est distinct de toutes les autres matières gazeuses, par plusieurs propriétés importantes.

Les substances inflammables y brûlent avec les mêmes circonstances que dans l'air commun, mais avec infiniment plus de vivacité.

Si dans un flacon rempli de gaz oxigène, on plonge

une chandelle dont la flamme est éteinte, mais dont la mèche est encore ardente, celle-ci reprendra aussitôt flamme et brûlera avec un grand éclat et en faisant entendre un craquement.

Lorsque dans un semblable flacon, plein de gaz oxigène, on plonge un fil d'acier ou de fer, ayant un bout pointu, et portant à ce bout un petit morceau de bois enflammé, le fil s'enflammera et continuera de brûler en produisant le phénomène de feu le plus brillant.

La pésanteur spécifique de l'oxigène a déjà été donnée page 78; elle est à celle de l'hydrogène comme 15 à 1; 100 pouces cubes de ce gaz, sous une pression atmosphérique égale à celle de 30 pouces de mercure et à une température de 60° Fahr., pèsent environ 34 grains. Son pouvoir réfringeant, suivant la détermination de Biot et Arago, est à celui de l'hydrogène, à-peu-près comme 1958 à 1000. Sa capacité pour la chaleur, d'après Crawford, est approchant 4.7 à 21.4.

Le gaz oxigène n'est que faiblement absorbé par l'eau. D'après les expériences du docteur Henry, ce liquide, à 60° Fahr., n'en absorbe que 1 vingt-septième de son volume, quelle que soit la densité du gaz.

Le gaz oxigène est propre à la respiration. Un petit animal, enfermé sous une cloche pleine de ce gaz, vit quatre ou cinq fois plus long-temps que dans une égale quantité d'air commun. C'est pourquoi il a été nommé air vital.

3. On a rapporté à la page 78 les proportions dans lesquelles le gaz oxigène se combine avec les corps. On peut considérer comme 15 le nombre qui le représente. Un grand nombre d'éclaircissemens sur l'exactitude de cette conclusion se rencontreront dans la suite de cet ouvrage.

4. Le gaz oxigène constitue la partie la plus importante de notre atmosphère, comme on peut s'en convaincre par plusieurs expériences très-simples.

En faisant brûler du phosphore dans un tube à moitié plein d'air atmosphérique, de la même manière que dans l'expérience sur le degré de pureté du gaz oxigène, il s'absorbera une quantité de gaz équivalente à environ le cinquième du volume de celui enfermé, et l'on obtiendra la même substance que de la combustion du phosphore dans le gaz oxigène. Le gaz restant ne pourra plus entretenir la flamme, et un animal cessera d'y pouvoir vivre ; on l'appelle azote ou gaz nitrogène ; en mêlant quatre parties de ce gaz avec environ une partie de gaz oxigène pur, ce mélange ressemblera exactement à l'air atmosphérique. Que l'oxigène obtenu artificiellement est la même substance chimique que celui qui existe dans l'air, cela résulte des phénomènes de la calcination du mercure. Si dans une cornue, dont le bec plonge dans le mercure, on entretient de ce métal pendant quelques jours, à une chaleur de légère ébullition, l'air, dans la cornue, diminuera peu-à-peu, et, après un certain temps, ce qui en restera sera impropre à la combustion, et une partie du mercure sera trouvée convertie en une poudre rouge. Ce métal aura acquis en poids autant que

l'air aura perdu ; et la poudre rouge, en l'échauffant jusqu'à l'incandescence, laissera échapper une quantité de gaz oxigène, laquelle étant joiute au fluide élastique résidu, recomposera de l'air commun, et la poudre retournera à l'état de mercure ; et en comparant l'oxigène ainsi obtenu avec d'autre oxigène extrait, par d'autres procédés, de substances minérales ou de composés artificiels, on trouvera qu'il n'en diffère, sous aucun rapport ; sa pésanteur spécifique, son pouvoir réfringeant et ses propriétés chimiques seront exactement les mêmes.

On a proposé plusieurs substances pour vérifier facilement la quantité d'oxigène contenue dans l'air. On a nommé ces substances, *substances eudiomètriques*, et les instrumens qui servent à ces opérations ont été appelés *eudiomètres*. La solution aqueuse de soufre uni à de la potasse, ou de soufre et de chaux fondus ensemble, absorbe lentement l'oxigène ; la dissolution de l'étain dans l'acide muriatique possède la même propriété, ainsi que des dissolutions de fer dans lesquelles on a dégagé du gaz nitreux jusqu'à leur coloration. Un tube de verre partagé en 100 degrés forme un bon eudiomètre, qu'il suffit de plonger, après l'avoir rempli d'air, dans un liquide capable d'absorber l'oxigène, et de le laisser ainsi jusqu'à ce que l'opération soit achevée.

On croyait autrefois que le rapport de l'oxigène dans l'air était très-différent dans des lieux et des temps différens ; mais toutes les recherches de ces derniers temps ont fait voir l'erreur de cette opinion.

L'air analysé dans les différentes parties du monde,

dans des villes comme à la campagne, sur la mer et sur le continent, n'a pas montré de différences sensibles dans sa composition; les proportions exactes d'oxigène et d'azote sont 21 et 79.

Il a été démontré par les expériences du docteur Priestley, de M. Dalton et de M. Berthollet, que les différens fluides élastiques ont tous une tendance à se mêler rapidement et uniformément lors même qu'ils sont en repos et qu'ils ne se touchent que par des points peu nombreux; et le mélange des parties de l'air est sans cesse tenu uniforme par les vents, les courans d'air et par tous les mouvemens qui s'exécutent à la surface du globe.

5. Dans tous les procédés de combustion à l'aide de l'air, de l'oxigène est, ou fixé par le corps combustible, ou l'oxigène dissout ce corps, ou forme avec lui un nouveau composé. Dans la respiration, comme on l'exposera plus amplement dans la dernière partie de cet ouvrage, le volume de l'air n'est point changé, mais une partie de l'oxigène disparaît, et on trouve à sa place un égal volume de gaz acide carbonique.

Puisque la constitution de l'atmosphère reste invariablement la même, il est évident qu'il doit exister, dans la nature, certains procédés à l'aide desquels une quantité d'oxigène égale à celle consumée est produite. Une des principales sources du renouvellement de l'oxigène paraît résider dans le procédé de la végétation. Des plantes saines que l'on expose à la lumière du soleil, dans de l'air qui contient une petite portion de gaz acide carbonique, détruit ce gaz et dégage du gaz

oxigène ; de sorte que les deux grandes classes de corps organisés dépendent l'une de l'autre. Le gaz carbonique qui se forme dans beaucoup de procédés de combustion, ainsi que dans la respiration, s'il n'était pas enlevé à l'air, deviendrait, par sa trop grande proportion dans ce fluide, nuisible aux animaux ; mais il forme une nourriture appropriée pour les plantes ; et les plantes produisent de l'oxigène, qui est nécessaire à l'existence des animaux ; et ainsi cette partie de l'économie de la nature est maintenue par les fonctions mêmes auxquelles elle concourt ; et l'ordre qui se déploie dans l'arrangement démontre l'intelligence de celui qui l'a établi.

6. On n'a jusqu'ici, par aucun des procédés auxquels on a soumis l'oxigène, su le produire sous d'autres formes de matière ; mais ce corps entre facilement en combinaison, et aucune substance n'est plus active comme agent chimique. On sait qu'il forme une partie constituante de la plupart des acides, des terres, et des alcalis, à l'exception d'un seul ; et l'histoire de ses composés forme la partie la plus étendue et la plus importante de la chimie moderne.

Les opérations de l'oxigène se trouvent liées avec un grand nombre d'arts, tels que le procédé du blanchiment, l'art du teinturier, celui du fabriquant de couleurs, avec la métallurgie ; et dans ses différentes applications à la production du feu, il est absolument essentiel à l'embellissement, au soutien et aux aisances de la vie sociale.

Dans les phénomènes de la nature, l'oxigène produit une diversité admirable d'effets. Il concourt à la

plupart des changemens qui ont lieu à la surface du globe, et tend sans cesse à unir les différentes substances sous des formes adaptées aux besoins de la vie organique.

L'oxigène, comme nous l'avons déjà fait observer, n'existe point dans l'air à l'état de simple mélange, mais en plusoxidation, soit de la vapeur d'eau, laquelle est de sa nature hydrogénée par surcombinaison de calorique comme la glace est oxigénée par soustraction de cet agent, soit de l'azote organisé par l'eau. L'oxigène substitué par l'eau, près du corps azotique de l'air, passe en combinaison avec l'eau qui servait de solution à ce corps, et qui, à raison du calorique qu'il doit s'adjoindre dans cette fonction, est proportionnée pour l'état de vapeur. Cette reprise de l'oxigène est nécessaire pour que son déplacement puisse avoir lieu à cause qu'elle le dispense de se gazifier, et ce déplacement est, par conséquent, le résultat d'une double affinité. L'oxigène est dans le cas des acides secs qui, à-moins d'être oxigénés ou hydrogénés, ne peuvent que changer de plusoxidant en prenant de l'eau à la place d'un oxide, d'un autre acide ou d'un sel; de même, l'oxigène, à moins d'être saturé de calorique ou d'être engagé en oxidation, ne peut que changer de corps plusoxidé, azote organisé, eau, oxides solubles, quelques oxides insolubles, acide muriatique sec, muriates, etc. Ces corps ne peuvent exister, les uns sans plushydrogénation ou sans plusoxigénation, et l'autre sans être saturé de calorique, à-moins qu'ils ne soient engagés en des fonctions plusoxidantes ou qu'ils n'exercent eux-mêmes ces fonctions. L'oxigène, au sortir des plantes, est reçu par l'air à l'état de sousgaz et s'y combine à cet état; et il est probable que s'il devait être entièrement gazifié, son dégagement et l'organisation des végétaux seraient beaucoup plus lents à cause de plus de calorique qui serait nécessaire à cet effet; et cela explique pourquoi la végétation est d'autant plus active que l'air peut être plus souvent renouvelé autour d'une plante.

Lorsque l'oxigène est déplacé par l'eau d'avec le corps azotique de l'air, le temps se met au sec par la triple combinaison de l'eau, qui en est la suite; alors de ce liquide passe en plusoxidation du

corps azotique, et ce corps plusoxidé par l'eau est dissout par le même liquide, et une troisième portion d'eau se plusoxide par l'oxigène déplacé; et l'eau ainsi plusoxidée est sans doute encore dissoute; comme dans ces opérations il se combine du calorique, la température, pendant qu'elles ont lieu, éprouve une forte baisse; mais le baromètre monte en vertu du nouveau fluide élastique qui est ajouté à l'atmosphère, et qui, sans augmenter la densité de l'air, fait beaucoup accroître son ressort; et le manomètre marque une diminution dans le poids spécifique de l'air, et par conséquent une raréfaction de ce fluide. Les circonstances variantes de baisse, de stationnement et de hausse de température, pendant que l'air se constitue en tension et passe au sec, dépendent de ce que ce fluide emploie à cet effet plus ou moins d'eau, de laquelle il était d'avance en possession ou qu'il emprunte au sol.

L'air est-il forcé à un travail contraire, et l'oxigène se substitue-t-il en plusoxidation à l'eau près du corps azotique, ce principe non-seulement abandonne ses deux eaux, mais force encore le corps azotique à abandonner le même liquide, et ces eaux forment la pluie, au commencement de laquelle la température s'élève en raison du calorique que les deux eaux du corps azotique, et, sans doute, de l'oxigène, l'un dissout par ce liquide et l'autre le plusoxidant, déposent; et les pluies seraient dans ce moment bien plus abondantes si le corps azotique plusoxidé par l'hydrogène n'était aussitôt dissout par l'eau, et elles seraient, en général, plus abondantes si ce corps n'était presque toujours plusoxidé par de l'oxigène et par de l'eau en même temps.

On voit que dans les temps secs l'air contient infiniment plus d'eau qu'aux temps humides; mais ce n'est pas par l'impuissant moyen des attractions hygrométriques qu'on parvient à séparer un corps qui est engagé par d'aussi fortes affinités.

Tout cela explique comment l'eau qui existe dans l'air n'en est pas séparé par un grand froid, et comment celle qui s'y élève en est aussitôt assimilée.

L'état de l'oxigène dans l'air explique encore pourquoi les oxida-

tions spontanées s'y font plus facilement que dans le gaz oxigène pur, ce principe sonsgazeux étant plus disposé à l'engagement que celui qui est gaz complet, comme la glace plusoxide un corps plus facilement que l'eau Le phosphore qui s'enflamme si avidement dans l'air atmosphérique à une température légérement élevée, et qui dans du gaz oxigène beaucoup plus chaud refuse de brûler, offre un cas frappant de cet effet; et l'on sait, d'après mes expériences, que le mercure, malgré qu'il fixe de l'oxigène peu décomposé, est moins lent à s'oxider en contact avec du gaz oxigène qu'en contact avec l'air, qu'il a besoin d'être davantage échauffé, et qu'une compression par le gazomètre est presque requise pour déterminer l'effet.

Le premier effet de la combustion dans l'air, est l'enlèvement de l'oxigène à un oxide plusoxidé par ce principe, et le second est le déplacement de l'oxigène dans une portion de son calorique, par l'hydrogène du combustible. Les combustions par le gaz muriatique oxigéné, par les oxides solubles plusoxidés par de l'oxigène par les autres oxides plusoxidés par le même principe, et jusqu'à celles par l'acide nitrique, par les muriates oxigénés, etc., n'ont pas autrement lieu.

Le mélange de gaz azote et de gaz oxigène ne forme pas de l'air atmosphérique et ne peut jamais en former, à-moins de pouvoir déterminer l'engagement par une forte compression et en contact avec de l'eau. Le phosphore, dans ce mélange, ne brûle presque pas plus facilement que dans le gaz oxigène seul, mais, à une température suffisamment élevée, il y brûle plus vivement. L'air, pour se composer d'azote, d'eau et d'oxigène, a besoin de recevoir ce dernier corps à l'état de sousgaz et tel qu'il est dégagé des végétaux; mais j'ignore ce qu'il faut pour que l'azote s'organise.

L'air qui est une substance organisée et propre au règne atmosphérique, comme les substances végétales et animales sont organisées et propres à leurs règnes respectifs, se décompose, comme ces corps, par le feu, d'abord en oxide organique déplusoxidé dans son oxigène, et en vapeur d'eau oxigénée, et ensuite, à une chaleur rouge, en gaz oxigène, gaz azote et en vapeur d'eau non oxigénée. Alors, ce fluide est semblable au mélange des gaz oxigène et azote, et les combustibles y

brûlent plus difficilement à froid, mais plus facilement et plus vivement à chaud. Le feu observe à l'égard des autres corps organiques le même mode de décomposition.

On ne peut enlever l'oxigène à l'air qu'en vertu d'une affinité d'oxidation quelconque, laquelle est toujours victorieuse d'une affinité de plusoxidation, ou par une autre de cette dernière nature, qui soit plus puissante que celle de l'air. Les oxides solubles possèdent cette dernière affinité, mais ceux insolubles, parmi lesquels est l'oxide de manganèse, ne reprennent à l'air de l'oxigène de plusoxidation qu'en échange d'eau; ce qui fait que ces oxides ont besoin à cet effet d'être humectés.

Les autres corps, qui condensent l'air par une affinité qu'on pourrait nommer aërométrique ou de possession partagée pour l'oxigène, le font sans le décomposer; dans ce cas est le charbon; et l'oxide de manganèse, à une certaine saturation par du plusoxigène, ne peut plus enlever ce principe au corps azotique, mais le fixe avec ce corps.

Le gaz oxigène n'est jamais obtenu de l'air sans que du calorique lumineux l'en sépare; et du mercure, en se calcinant, produit à peine de la chaleur obscure, malgré qu'il demande une chaleur rouge pour être désoxidé.

Nous remettons à parler de la respiration jusqu'à l'article où l'auteur traitera en détail de cette importante fonction de la vie. Nous nous bornerons à faire remarquer que c'est dans la respiration que le règne atmosphérique s'allie au règne végétal pour composer le règne animal; car l'air se combine, sans s'indécomposer, avec le sang, et ne se déplusoxide que successivement dans son oxigène et le long du trajet de la circulation. A mesure que cet effet à lieu, l'azote se joint au carbone, le désorganise dans son eau et se désorganise lui-même dans ce liquide; et l'hydrogène qui est déposé par leur union, de la même manière que ce principe est déposé par le carbone qui s'unit au soufre, et par le soufre qui s'unit au phosphore, sert à alimenter la combustion, sans laquelle les divers procédés de plusoxidation et de déplusoxidation qui constituent la vie seraient suspendus.

L'azote reprend ensuite la quantité naturelle de son hydrogène, au carbone dont l'acide sec échange ce principe avec de l'eau; d'où résulte d'un côté de l'azote désorganisé en combustible acidifiable, et de l'autre côté de l'acide carbonique, et comme cette dernière opération du procédé respiratoire se fait dans des rapports déterminés et par des effets réciproques, il arrive que les produits de la respiration se trouvent à-peu-près dans un rapport de quantité et de nature comme si, localement, du carbone était brûlé par l'air, que l'oxigène fût fixé par ce combustible et que l'azote fût libéré. Cependant, cette combustion locale n'est d'accord, ni avec la température de la cavité de la poitrine, qui n'est pas sensiblement supérieure à celle des autres parties, et, par conséquent point avec la chaleur uniforme de ces parties, ni avec le procédé chimique de combustion et d'élaboration qui continue le long du trajet circulatoire, ni sur-tout avec la présence, dans le même rapport, du carbono-azote dans le sang, quelle que soit la partie du corps dont il est extrait. Cette combustion locale du carbone du sang désharmonise plus particulièrement encore avec le disproportionnément du moyen à l'effet.

La nature forme dans le sang un combustible qui dépose de l'hydrogène, et appelle pour brûler celui-ci un corps plusoxidé par de l'oxigène, lequel, dans d'autres circonstances, est également le soutien de la combustion, ce qu'elle fait pour ses besoins de température élevée.

Ceci se passe principalement dans le sang artériel dont toutes les élaborations sont oxigénées. Dans le sang veineux, la nature prépare une nouvelle quantité de combustible en transportant l'hydrogène d'une partie du carbone sur l'azoto-carbone en mettant de l'eau à la place de ce principe; ce qui lui donne une nouvelle source de chaleur; car tout ce qui se compose en combustible oxideux dégage du calorique, de la même manière que ce qui brûle.

L'air est fixé par le sang en vertu d'une affinité de plusoxidation commune, pour l'oxigène de ce fluide, et il l'est, non par le combustible élaboré dans les canaux veineux, mais par de l'azoto-

carbone convenablement oxidé à cet effet et qui le reçoit en échange d'eau par laquelle il était plusoxidé ; c'est sans doute cette eau, jointe à celle déposée par l'air atmosphérique, dont la vapeur accompagne en aussi grande abondance l'air sécreté et expiré.

L'air éprouve, dans les poumons, un dernier effet de substitution de son eau ; mais c'est par de l'hydrogène en place d'oxigène, et ce fluide lui-même agit déjà comme plusoxidant pour bientôt agir comme comburant.

Dans l'atmosphère, le corps azotique organisé dépose de l'eau pour recevoir de l'oxigène, d'avec lequel il déplace le même liquide, et dans les poumons, il éprouve et opère un semblable déplacement double d'eau ; de sorte qu'on ne s'énoncerait pas trop figurativement si l'on disait que, dans la cavité de la poitrine, il pleut, mais par de la vapeur à cause de la température plus élevée que dans l'air.

On remarquera que dans les plantes, où les procédés sont hydrogénans, il se dépose du calorique que l'oxigène fixe et enlève ; et, sous ce rapport, le travail de la végétation est comparable à celui dans les veines, avec la différence que le calorique n'est point enlevé, mais s'utilise conjointement avec celui déplacé dans les artères, à entretenir la chaleur.

Les produits excrétoires du règne végétal sont de l'oxigène et du calorique ; ceux du règne animal sont de l'acide carbonique et de l'eau. L'un règne élabore en hydrogène presque tout ses produits ; l'autre élabore seulement quelques-uns en ce principe, et cela pour élever sa température, et il élabore tous les autres en oxigène. L'un règne détourne la matière de ses plus intimes engagemens, l'autre l'y fait retourner.

L'eau est un éduit des plantes, et l'azote, un éduit des animaux ; ce sont, en quelque sorte, des matrices auxquelles d'autres élémens ont été enlevés.

Ainsi, les plantes élaborent à-la-fois le corps organisateur de dernière combinaison pour l'air ou pour le règne atmosphérique, et

ce principe sert subsidiairement de concurrent à un des moyens de l'élaboration animale ; et les végétaux fournissent encore les autres élémens de cette élaboration ; de sorte qu'à l'azote près, les êtres de ce règne sont des métamorphoses de l'autre règne ; et les animaux sont les produits des règnes des plantes et de l'air.

III. *De la chlorine ou du gaz oximuriatique.*

1. Ce fut Scheele qui, en 1774, découvrit cette substance gazeuse. On peut l'obtenir à l'aide de l'appareil hydro-pneumatique, en suivant un procédé absolument semblable à celui décrit dans la section précédente pour la préparation du gaz oxigène, avec la différence que le manganèse doit être mêlé avec du sel commun, et que l'huile de vitriol doit être diluée avec une quantité égale d'eau. Les meilleures proportions sont, en poids, trois parties de sel commun, une partie de manganèse en poudre fine et deux parties d'huile de vitriol. On peut, en place de manganèse, employer de l'oxide rouge de mercure ou de l'oxide puce de plomb, et en place de sel commun et d'huile de vitriol, prendre une solution d'acide muriatique dans l'eau. (Esprit de sel du commerce.)

2. La *chlorine* a une couleur vert-jaunâtre, ce qui lui a fait donner son nom. (*) Son odeur est extrêmement désagréable. Elle est impropre à la respiration, et lors même qu'elle n'est mêlée qu'en très-petite quantité avec l'air commun, elle rend cet air extrêmement pernicieux pour la poitrine.

Sa pésanteur spécifique est à celle de l'hydrogène

(*) Χλωρος, vert.

à-

à-peu-près comme 33. 5 à 2 ; et 100 pouces cubes de ce gaz, à une température et une pression moyennes, pèsent de 76 à 77 grains.

L'eau absorbe une assez grande quantité de chlorine ; à une température de 60° Fahr., ce liquide en dissout environ le double de son volume, et prend un goût fortement aigre et une odeur désagréable.

Lorsque, dans un flacon rempli de chlorine, on introduit une chandelle allumée, la lumière continue, mais avec une couleur obscure, et une fumée noire charbonneuse se répand autour de la flamme.

Plusieurs métaux réduits en fils minces, en feuilles ou en poudre, s'enflamment lorsqu'on les introduit dans le gaz, et brûlent spontanément à la température ordinaire de l'air, de ce nombre sont le cuivre, l'étain, l'arsénic, l'antimoine et les métaux des alcalis.

Le phosphore brûle spontanément dans le gaz, avec une lumière blanche pâle, et forme une poudre blanche volatile.

Le soufre, étant fondu ou sublimé dans le gaz, ne s'y enflamme point, mais forme une liqueur volatile rouge.

Le gaz n'éprouve aucun changement de la part de la chaleur ou du froid ; mais sa solution aqueuse se congèle plus vite que l'eau, et se concrète à environ 40° Fahrenheit.

Lorsque le gaz chlorine est dépouillé de vapeur d'eau par le moyen du muriate de chaux, il n'a plus d'action sur les substances teintes avec des couleurs végétales qui sont parfaitement sèches. Cependant, si le gaz ou le corps teint est humide, les couleurs sont aussitôt détruites et sont changées en blanc ou en jaune sale ; et cette dernière couleur est presque la seule que l'action combinée de la chlorine et de l'eau ne peut changer.

Nous avons déjà, en plusieurs endroits, eu occasion de parler du gaz muriatique oxigéné, en faisant voir que sa véritable nature était celle d'un acide oxigéné comme les combustibles acidifiables sont des acides hydrogénés et comme les acides ordinaires sont ces mêmes corps hydratés ou plusoxidés par de l'eau. L'acide muriatique sec porte en combinaison l'oxigène de son eau de plusoxidation, et les acides des combustibles acidifiables sont unis à l'hydrogène de cette eau. Lorsque l'acide muriatique oxigéné est décomposé par l'eau aidée d'une chaleur rouge ou de la lumière du soleil, elle échange son plusoxidant oxigène avec du plusoxidant eau, et l'oxigène est gazifié par le calorique ; et la substitution d'un autre plusoxidant quelconque à l'oxigène produit le même effet.

L'hydrogène est moins facile à être amoviblement substitué près des acides des combustibles acidifiables, à cause que les sels, qui sont les produits de cette opération, ont beaucoup d'affinité avec l'eau. Cependant, le phosphore substitué dans son hydrogène, par l'oxide de potassion, se trouve à l'état de phosphate plusoxidé par de l'hydrogène qu'à l'aide de l'eau on peut facilement en déplacer, et que l'acide muriatique oxigéné sec en reprend, partie amoviblement et partie en restant combiné en plusoxidation avec le phosphate sec et les sulfures à oxides solubles éprouvent le même déplacement de leur hydrogène, par l'eau aidée de la chaleur, et un semblable enlèvement partiel du même principe, par le gaz oxigéné.

Le sulfure et le phosphure de chaux, que l'on calcine long-temps

à un feu rouge et sans le contact de l'air, se trouvent immédiatement composés en sulfate et en phosphate.

Dans la préparation du gaz muriatique oxigéné, l'oxigène sous-gazeux d'un corps plusoxidé par ce principe déplace de l'eau d'avec le gaz muriatique simple, afin de pouvoir subsister dans son état de sous-gaz. Cette faculté d'engagement est une condition sans laquelle l'oxigène ne pourrait être déplacé, à moins qu'il ne se formât, comme dans la liqueur de blanchiment de Fabbroni et dans la lessive de Javelle, du muriate oxigéné de plomb, de manganèse ou autre.

Les muriates secs qu'on traiterait au feu et par une chaleur insuffisante pour que l'oxigène soit gazifié pourraient céder leur acide à l'oxigène, lequel le composerait en gaz oxigénée, et la base du sel serait séparée.

Les muriates oxigénés, s'ils pouvaient se concréter dans l'état de simple oxigénation, produiraient cet effet sur leur propre oxide; et les oxides réductibles par le feu pourraient aussi décomposer les muriates à une chaleur sous-rouge faible, comme à une chaleur rouge forte les oxides décomposeraient les mêmes sels; ce dont il y a des exemples connus. Le sel marin, mêlé avec du sable et de l'oxide de plomb, se décompose au four des verriers; il se dégage du gaz muriatique oxigéné, du plomb est réduit, et la silice avec la soude et un peu d'oxide de plomb forme du verre.

Le succès de ces diverses opérations dépend de la juste dose de calorique. Une chaleur trop intense gazifie l'oxigène avant que l'acide sec muriatique ait pu s'y unir; et une chaleur voisine de l'intensité est requise pour le double déplacement de l'acide d'avec la base, et de l'oxigène d'avec l'oxide, et pour le proportionnément en l'oxigène convenable au gaz muriatique oxigéné.

Le gaz muriatique oxigéné agit seulement avec plus de promptitude sur les couleurs végétales humectées, à cause que de l'eau se substituant à son oxigène, celui-ci passe à l'état de sous-gaz aux couleurs, et les détruit; mais avec un peu de chaleur il détruit également les couleurs sèches, en enlevant leur hydrogène et laissant

leur carbone intact, ce qui fait qu'elles restent avec une teinte jaune sale, tandis que par l'oxigène déplacé à l'aide de l'eau le carbone est en même temps brûlé, et alors la couleur est détruite jusqu'au blanc. Toutefois le gaz muriatique oxigéné peut s'unir à une couleur qui ne serait pas trop hydrogénée, et former avec elle un sel. La fumée noire qui se montre autour de la mèche d'une bougie, brûlant dans ce gaz, provient de ce que l'hydrogène seul est brûlé.

3. La chlorine et l'oxigène peuvent se trouver en combinaison et former un gaz particulier : ils ne s'unissent point par leur simple mélange ; mais lorsqu'ils existent unis dans des corps concrets, ils peuvent être détachés de ces corps sans se désunir.

On obtient le composé de chlorine et d'oxigène, en versant, dans une petite cornue de verre, sur de l'hyperoxymuriate de potasse, de l'acide muriatique étendu avec l'égal de son volume d'eau, en quantité suffisante pour le couvrir deux fois.

En appliquant une douce chaleur le gaz se dégage ; on doit le recueillir sur le mercure.

J'obtins ce fluide élastique sous sa forme pure, en janvier 1811, et je l'appelai euchlorine (*), d'après sa couleur brillante vert-jaunâtre.

Sa couleur est plus vive que celle de la chlorine, et tire davantage sur le jaune.

Son odeur est très-différente et a beaucoup de rapport avec celle du sucre brûlé.

(*) Ευ χλωρος.

Il n'est point respirable.

Il est soluble dans l'eau, à laquelle il communique une couleur citron; ce liquide en absorbe 8 ou 10 fois l'égal de son volume.

Sa pesanteur spécifique est à celle de l'hydrogène à peu-près comme 33 à 1. Cent pouces cubes de ce gaz pèsent, à une température et une pression moyennes, entre 74 et 75 grains.

On doit, en le préparant et en l'examinant, user de beaucoup de précaution, et le faire seulement en petites quantités à-la-fois. La moindre chaleur, quelquefois même celle de la main, le fait détoner. Ses élémens se désunissent avec grande violence, et de la lumière se développe.

La promptitude avec laquelle l'euchlorine se décompose rend difficile d'examiner l'action des corps combustibles sur ce gaz. Aucun des métaux qui brûlent dans la chlorine n'agissent, à froid, sur l'euchlorine. Cependant, après que l'oxigène est séparé de celle-ci, ils s'enflamment dans la chlorine, ce qui est facile à expérimenter. Faites entrer dans un flacon plein d'euchlorine un peu de feuille de laiton, ce métal ne sera point attaqué et ne sera pas même terni; mais introduisez dans le gouleau du flacon un tube de verre chaud, afin d'élever la température du gaz, il s'opérera alors une décomposition : l'oxigène et la chlorine seront détachés l'un de l'autre, et, au même moment, la feuille de laiton s'enflammera et brûlera avec beaucoup de vivacité.

La chlorine est promptement absorbée par le mercure ; mais l'euchlorine n'éprouve aucune action de la part de ce métal, et de la chlorine peut être séparée de l'euchlorine en l'agitant avec du mercure, qui l'absorbe et laisse l'euchlorine intacte.

Le phosphore qu'on introduit dans de l'euchlorine le décompose aussitôt, et ce combustible brûle comme dans un mélange de deux parties, en mesure, de chlorine et d'une partie de gaz oxigène.

Une chandelle allumée et du soufre en combustion décomposent à l'instant le même gaz, et produisent les mêmes phénomènes comme dans le mélange ci-dessus.

On s'assure que le gaz est composé des mêmes principes que ce mélange en le faisant détoner dans un tube de verre au-dessus du mercure. Il perd alors le brillant de sa couleur, et se transforme en chlorine et en gaz oxigène. Cinquante parties de gaz, étant traitées de cette manière, prennent une expansion qui leur fait occuper un espace égal à 60 parties, lesquelles consistent en 40 parties de chlorine et 20 parties d'oxigène.

Lorsque de l'euchlorine dépouillée d'eau est mise en réaction sur des couleurs végétales sèches, elle les détruit peu-à-peu, mais en faisant passer premièrement celles qui sont bleues par une teinte de rouge ; d'après cela, ainsi que d'après sa solubilité dans l'eau, et d'après le goût de sa solution qui est fortement aigre, approchant de l'acide, on peut le considérer comme étant de nature très-voisine de l'acidité.

Nous extrairons encore de notre mémoire présenté à l'Académie de Berlin quelques passages qui sont relatifs à l'acide muriatique oxigéné, malgré tout ce que nous avons déjà eu occasion de dire à l'égard de ce corps.

— « La combinaison entre le gaz muriatique oxigéné et l'oxigène est de la même nature que celle entre un sel cristallisé et l'eau, c'est-à-dire, une combinaison de solution où l'oxigène suroxigénant enlève à l'acide sec l'oxigène oxigénant et où l'acide devient désengagé; ce qui est la cause que, dans cet état, il s'engage plus facilement comme acide et moins facilement comme substance suroxigénée, les deux oxigènes, qui se saturent mutuellement, n'ayant plus d'action à éprouver ni à exercer, de la même manière qu'un oxide soluble et un acide ne sont particulièrement actifs que lorsqu'ils sont dissous par l'eau, et que, par exemple, le sous-carbonate de soude, le sulfate de cet alcali, etc., cèdent plus aisément au feu et à l'air leur eau d'hydratation que celle de solution, malgré que, pour la dernière séparation, du calorique soit à ajouter, tandis que, pour la première, il y en ait à enlever.

L'oxigène aussi, qui près de l'acide muriatique oxigéné est de solution, dépose du calorique et bien de la lumière, en sortant de cette combinaison. La totalité de ce principe y est proportionnée de calorique pour son état de gaz, et lorsque la portion qui dissout se retire à cet état, celle qui est d'oxigénation, et qui reste, laisse échapper le calorique que l'hydrogène de l'acide sec doit en déplacer pour pouvoir s'y unir.

De même, un sel qui se cristallise échauffe spontanément sa lessive en vertu de son eau d'hydrata-

tion qui rentre, en l'exercice de sa qualité, près de l'hydrogène soussaturé du sel, lequel ne peut la reprendre sans en déplacer du calorique, et l'eau de solution se retire avec le complet de cet agent pour son état de liquidité, et surchargée, en température, de celui dont l'eau d'hydratation a subi le déplacement. On doit considérer que les deux eaux sont en état d'hydratation l'une par l'autre, et proportionnées dans leur ensemble pour leur pleine liquidité et par un engagement entre de l'eau hydrogénée par surcombinaison avec du calorique, et de l'eau oxigénée par souscombinaison avec le même agent. C'est l'engagement d'hydratation entre deux eaux ainsi constituées, qui fait que l'eau échauffée dissout si avidement la glace réduite en poudre, avec fixation de chaleur, l'hydrogène de l'eau chaude, qui est saturé par l'oxigène de la glace, devenant impuissant pour en opérer le déplacement, ou cet hydrogène de l'eau de solution devant être remplacé près de son oxigène par du calorique, pour pouvoir s'engager avec le même principe de l'eau d'hydratation. L'eau qui se cougèle dépose du calorique de la même manière et pour la même cause qu'un sel qui se cristallise.

Les corps qui ont besoin d'être hydratés, le sont plus facilement par de la neige que par de l'eau et plus facilement par de l'eau froide que par de l'eau chaude, parce que, dans cette opération, l'eau doit s'oxigéner pour s'unir à l'hydrogène du corps, et qu'elle le fait en déposant du calorique. C'est pourquoi l'hydratation d'un corps par de l'eau ordinaire excite toujours de la chaleur. Le muriate très-sec de chaux s'échauffe avec une sous-proportion d'eau à sa capacité

hydratable, jusqu'à devenir rouge de feu, comme je l'ai vu arriver et que je l'ai décrit. Le gaz muriatique simple, en entrant en engagement de vice-hydratation avec les sous-hydrates de baryte et de chaux, éprouve un déplacement lumineux dans le calorique de son acide, suivant l'observation curieuse de M. Chevreuil. Si ces terres séparaient d'avec l'acide toute l'eau d'hydratation, cette eau, pour devenir liquide, fixerait le calorique déposé, et le phénomène n'aurait pas lieu ; tout comme dans la même expérience, faite avec le gaz oxigéné en place de gaz simple, il n'y a point de développement de lumière à cause qu'une partie de l'oxigène s'y combine pour se gazifier.

Les inflammations spontanées des substances végétales qu'on entasse avant d'etre suffisamment sèches, proviennent encore de l'eau qui hydrate un oxide; mais le calorique déposé n'est pas considérable, à cause de l'hydrogène auquel il doit se substituer près de l'oxigène de l'oxide; et l'inflammation est due au carbono-hydrogène déplacé qui vient en contact avec l'air.

Les corps au contraire qui sont hydratés jusqu'à saturation s'engagent plus facilement avec de l'eau chaude qu'avec de l'eau froide, et quand la température de ce liquide n'est pas assez haute, elle s'élève aux dépens des corps en contact ; ce qui se fait par une affinité assez énergique pour faire baisser la température jusqu'à 56°, sous glace, R., lorsque l'effet a lieu entre de la neige et du muriate de chaux qui, par des opérations successives, ont été conduits à un froid voisin de ce degré. La neige, dans ce cas, doit prendre du calorique beaucoup au-delà de sa liquidité et

devenir, dans toute la vérité de cette expression, de l'eau chaude, presque bouillante, pour pouvoir enlever l'eau d'hydratation au muriate de chaux qui, dans ce sel, est si fortement dépouillée de calorique, et dont la température est en outre si basse, et pour la proportionner un instant au degré de la liquidité. Ce qui est un effet formidable et qui ne peut être le résultat que d'une immense attraction. L'eau séparée ne devient qu'instantanément liquide, et se fige de suite comme d'autre eau, en tenant le sel interposé sans hydratation et sans solution.

On a expliqué le phénomène de l'excitement artificiel du froid, en disant que deux corps concrets qui deviennent subitement liquides fixent à cet effet une grande quantité de chaleur; mais l'acide nitrique, ayant son eau d'hydratation au complet, devient, à une certaine baisse de la température, solide avec la glace, et excite cependant un très-grand froid; et l'eau elle même, avec du muriate de chaux, à une température très-basse, se concrète et congèle les corps.

L'oxigène de suroxigénation prend le calorique à l'aide duquel il enlève à l'acide l'oxigène d'oxigénation, sur l'eau dans laquelle le muriate oxigéné de potasse ou de soude se cristallise. L'oxigène d'oxigénation d'une portion du sel passe en solution à une autre portion, et rend celle-ci dissoute.

D'après M. Davy, tout cet oxigène est déplacé, d'avec les oxides de potassion ou de sodion, par le gaz muriatique oxigéné. L'oxigène, d'après nous, devient indépendant, parce qu'une substance vice-oxigénante, qui est l'alcali, s'y substitue.

L'acide muriatique qui ne serait qu'hydraté, ou le gaz de cet acide, ne décomposerait pas les muriates oxigénés, mais en reprendrait simplement l'oxigène et laisserait le sel intact; mais celui qui est en même temps dissout par l'eau, déplace, en vertu de son acide libre, l'acide suroxigéné d'avec l'alcali, ou plutôt, par l'effet de cette liberté ou exemption d'engagement dont un corps dissout jouit, il reprend à-la-fois, au sel, l'oxigène d'oxigénation et celui de suroxigénation. A l'état simplement hydraté il ne saurait, faute de calorique, reprendre que ce dernier oxigène; car l'eau qui est séparée de l'acide strictement hydraté ne peut devenir liquide, ni par conséquent se séparer sans fixer du calorique, qu'elle devrait prendre sur l'oxigène de suroxigénation, qui alors ne pourrait pas plus long-temps conserver sa qualité, et ne serait plus propre que pour être de l'oxigène d'oxigénation; cependant, si, comme dans le procédé de l'auteur, l'oxigène de suroxigénation trouve à se substituer à de l'eau de sa qualité, alors l'oxigène d'hydratation se substitue à de l'oxigène d'oxigénation, et l'échange complet a lieu. Lorsque de l'acide gazeux simple reprend à du gaz suroxigéné l'oxigène de suroxigénation, il se développe de la chaleur, laquelle, par la compression, l'échauffement ou la réaction du soleil, pourrait être tendue sous forme lumineuse : c'est le calorique dont le gaz oxigène se surcombine pour suroxigéner, joint à celui que le gaz peut avoir en excès à la liquéfaction de l'eau. Cette reprise de l'oxigène de suroxigénation aurait lieu par l'acide même dissout, si dans la préparation du gaz oxigéné il était mis en excès pour le passage de tout l'oxigène, en sa même double qualité, du sel suroxigéné à l'acide déshydraté, ou, ce qui est la même chose, pour la

stricte décomposition du sel, que nous ne croyons pas davantage s'opérer que lorsque l'oxigène est totalement repris en oxigénation, car on ne voit aucun motif d'une pareille action.

La couleur plus forte qu'a le gaz suroxigéné dénote que l'hydrogène de l'acide y est plus libre que dans le gaz oxigéné, ce qui est d'accord avec la théorie; et il est plus soluble dans l'eau, parce que cette solution n'est qu'un diluement.

Le phosphore qu'on fait brûler en sous-quantité dans le gaz suroxigéné fixe d'abord de l'oxigène; mais, par la chaleur qui est produite, le gaz suroxigéné se décompose, l'oxigène se gazifie et le gaz oxigéné se combine avec le phosphore en composé de Gay-Lussac et Thénard : c'est de la gazification de l'oxigène que provient l'explosion. Le charbon incandescent, qui n'a aucune affinité avec le gaz oxigéné, se combine avec l'oxigène de suroxigénation et laisse ce gaz intact. Le soufre en sous-quantité et en combustion gazifie l'oxigène et s'unit au gaz oxigéné en formant du composé de Thomson; en quantité suffisante, il fixe les deux gaz et forme le même composé et de l'acide sulfureux : il y a également détonation.

Le phosphore conserve dans son action sur le gaz suroxigéné le défaut d'affection qu'il montre vis-à-vis de l'oxigène, à cause de la saturation de celui-ci par du calorique, laquelle saturation dans l'oxigène suroxigénant est encore plus forte que dans ce principe gazifié.

La chaleur comme la compression élastifient le calorique de suroxigénation et le rendent lumineusement

tendu ; ce qui fait qu'il se sépare et que l'oxigène quitte une fonction qu'il ne peut remplir sans l'assistance de cet agent.

Le gaz suroxigéné n'agit sur les métaux qu'après s'être décomposé, par la raison que l'acide oxigéné est satisfait dans toutes ses attractions, et que l'acide sec pour changer de vice-oxigénant et composer ce corps doit déposer l'oxigène dissolvant. On peut dire que dans l'état de solution aucun des deux oxigènes ne reste à la disposition de l'acide pour oxider le métal ; mais, par la retraite de l'oxigène de solution, celui d'oxigénation redevient sa propriété.

Avec la quantité d'hydrogène qui serait oxidée en eau par l'oxigène oxigénant, l'acide suroxigéné forme de l'eau, et ce liquide se substitue à l'oxigène d'oxigénation, lequel devient libre conjointement avec le surplus de l'autre oxigène à la faveur du calorique que ce dernier dépose et de celui auquel l'oxigène se substitue. Avec un juste rapport d'hydrogène tout l'oxigène est composé en eau, et l'acide est hydraté et dissout.

L'acide muriatique suroxigéné est moins actif a détruire les couleurs que celui seulement oxigéné par la raison que son acide est sans oxigénation, puisque son oxigène de cette qualité lui est enlevé par l'oxigène de solution, et qu'ainsi il ne peut plus agir comme corps oxigéné; mais il agit en une autre qualité que la suroxigénation développe et rend chez lui libre d'engagement, ou fait cesser d'être masquée ; c'est sa nature acide radicale en vertu de laquelle il exerce la plus simple comme la plus faible, mais en même temps la plus sure de ses pro-

priétés, qui est de rougir la couleur bleue des végétaux. Qui peut méconnaître dans ce caractère de l'acide muriatique suroxigéné la préexisteuce d'un acide, lequel est vice-hydraté et dissout par l'oxigène, que l'hydrogénation de son oxigène d'oxigénation en gaz dit acide muriatique cache, parce que l eau que cet oxigène forme est seulement d'hydratation, et que l'acide a besoin pour se reproduire d'être séparé de cette eau par celle de solution, comme il l'est de l'oxigène d'oxigénation par celui de solution. L'hydrogène isole ainsi l'acide sulfurique du soufre, en lui enlevant l'hydrogène de vice-hydratation dans le gaz hydrogène sulfuré, lequel rougit aussi la couleur bleue végétale et se combine avec les bases en sels surhydrogénés, et tel que le gaz muriatique suroxigéné se combine avec les mêmes corps en sels suroxigénés. Il n'y a de différence que dans la nature de l'élément de l'eau qui produit l'effet, et les élémens de ce liquide sont encore actifs dans le même sens, lorsqu'ils sont combinés entre eux; et de l'eau d'hydratation se laisse enlever à l'acide muriatique et à tous les autres acides par de l'eau de solution; ce qui met également l'acide en décombinaison et en état de rougir la couleur bleue des plantes et de se combiner plus facilement avec les bases pour former des sels, étant alors exempt d'hydratation, tandis que dans le cas de simple hydratation il doit être séparé de l'eau de cette fonction, ce qui est un second effet à produire.

Le gaz muriatique simple, le gaz acide carbonique, les vapeurs sulfurique et nitrique, l'acide boracique concret, etc., ne rougissent la couleur bleue végétale qu'autant qu'ils sont dissous par l'eau ou pour le gaz

acide muriatique et pour la vapeur nitrique, sans qu'ils le soient par de l'oxigène. La couleur bleue est pour les acides secs un vice-hydratant qui n'a point assez d'intensité de combinaison pour enlever ces corps à un autre hydratant ou vice-hydratant, et qui peut seulement s'y combiner lorsque celui-ci est enlevé par un corps hydratable de la même nature que celui-ci ou d'une nature différente ; et déjà l'ammoniaque ne peut plus enlever au gaz muriatique simple l'eau par laquelle l'acide sec est hydraté dans ce gaz, mais elle peut seulement, avec cette eau, partager la possession de ce corps, en la laissant toutefois se surcombiner inamoviblement à l'acide vice-hydraté par l'alcali.

L'acide sulfurique qui est avec un défaut d'eau pour son entière capacité d'hydratation se congèle, à cause que cette eau est fortement déplacée dans son calorique ; et l'acide sous-dissout dont une partie de l'eau reste de la même cathégorie, tandis que l'autre partie est enlevée par l'eau de solution, éprouve un égal effet, tant dans l'eau sous-dissolvante et hydratante que dans l'autre eau, et l'acide congélé forme, dans les deux cas, de la glace à laquelle de l'acide sec sulfurique adhère par interposition. J'ai fait voir que l'alcohol étendu d'eau jusqu'à ne plus se refroidir par ce liquide, lequel consiste en gaz oléifiant hydraté et dissout par l'eau, se congèle sous dégagement de gaz, tandis que l'alcohol fort, à un froid quelconque, se soustrait au même effet.

La couleur bleue rougie par de l'acide muriatique

suroxigéné est donc momentanément un muriate à oxide végétal suroxigéné.

Nous savons, d'après Berthollet, que les sels de blanchiment ne sont actifs qu'autant qu'ils sont simplement oxigénés, et que ces corps suroxigénés deviennent presque inhabiles à produire leur effet. Ceci dépend simplement de ce que l'oxigène d'oxigénation est plus facilement déplacé par l'eau, près du sel, et que cet oxigène d'avantage condensé est plus à la portée de l'hydrogène de la couleur, et ne doit pas être, à beaucoup près, déplacé par ce principe, dans autant de calorique que l'oxigène de suroxigénation. Les lessives de ces sels, sur lesquelles a agi de la lumière ou une forte chaleur, deviennent à muriates suroxigénés, et sont moins propres pour le blanchiment. Cependant, l'acide muriatique, ajouté en petite quantité, les rétablit dans cette propriété, en leur enlevant successivement les deux oxigènes en échange de son eau, et en les transportant sur la couleur, en échange pour d'autre eau ; de sorte que la même portion d'acide hydratée et dissoute s'oxigène et se réhydrate et se rédissout presque au même instant, et par des répétitions infinies.

Dans le cas où l'oxigène est repris par l'acide muriatique sur l'acide suroxigéné ou sur les muriates de cet acide, M. Davy doit admettre que l'oxigène de l'oxide, par exemple de celui de potassion accumulé sur l'acide oxigéné ou sur le sel, enlève l'hydrogène à cet acide dans l'acide simple, se convertit en eau et constitue cet acide en oxigénation ; et l'effet contraire arrive ou le gaz oxigéné enlève l'hydrogène à l'eau et se convertit en acide simple, tandis que l'oxigène de

l'eau

l'eau est dégagé, lorsque de la lumière ou une chaleur claire intervient dans l'action.

Dans la manière de voir de l'illustre chimiste anglais, l'hydrogène est un combustible acidifiable, mais seulement par le comburant chlorine et non par celui oxigène. C'est aussi ce que nous admettons, car, dans l'oxigénation des combustibles acidifiables, de l'hydrogène engagé est brûlé par de l'oxigène libre, et, dans le gaz muriatique oxigéné, de l'oxigène engagé brûle de l'hydrogène libre, et, dans un cas, c'est ce dernier principe qui conduit en combinaison son corps engageant, lequel est l'acide, et, dans l'autre cas, c'est l'autre principe qui remplit cette fonction.

Lorsque l'acide muriatique simple oxide et vice-hydrate un métal, M. Davy conçoit que l'hydrogène se retire d'avec le gaz oxigéné et que ce gaz se combine avec le corps métallique; mais les autres acides peuvent être sensés produire le même effet; et lorsque les métaux sont oxidés et qu'ils sont dissous par l'acide oxigéné, c'est d'avec ces corps et non d'avec cet acide que l'oxigène qui se surcombine ou se dégage est supposé se séparer. Dans le premier cas, nous disons que l'hydrogène du métal est déplacé par l'eau de l'acide, et, dans le second, que l'oxigène indécomposé se substitue en vice-oxigénation près de ce corps à l'oxigène d'oxigénation. » —

4. Les proportions dans lesquelles la chlorine se combine avec les corps sont indiquées par la décomposition de l'euchlorine dans laquelle l'oxigène est à la chlorine, en poids, comme 15 à 67. Si l'on considère

la chlorine comme consistant en une proportion d'oxigène pour une de chlorine, alors 67 sera le nombre qui représente ce dernier corps, lequel est le plus convenable comme étant un nombre entier. Si l'on suppose que l'euchlorine contient deux proportions de chlorine et une d'oxigène, alors le nombre représentant la chlorine sera 33. 5. Il résultera de ce qui suit que, quelle donnée que l'on adopte, le rapport du nombre correspondra toujours avec ceux que l'on obtient de différentes autres combinaisons.

5. Scheele considéra la chlorine comme un élément de l'acide muriatique et lui donna, en conséquence, le nom d'acide marin déphlogistiqué. Il la regarda comme un corps indécomposé.

Lavoisier et Berthollet la représentèrent comme composée de gaz muriatique et d'oxigène. Cette idée est aujourd'hui généralement abandonnée. Cependant, quelques chimistes de France et d'Écosse conçoivent que la chlorine est composée d'oxigène et d'un corps inconnu qu'ils nomment acide muriatique sec. Le poids de la chlorine, son absorbabilité par l'eau, sa couleur et l'analogie de quelques-unes de ses combinaisons avec des corps qu'on sait contenir de l'oxigène, sont des motifs pour la faire regarder comme composée; et il est possible que l'oxigène forme un de ses élémens, ou que l'oxigène et la chlorine soient similairement constitués. J'ai fait un grand nombre d'expériences dans la vue de reconnaître l'existence de l'oxigène dans la chlorine; mais elles ont été sans succès. Aucun de ses composés avec des corps inflammables ou des métaux ne fournit ce principe. Le char-

bon qu'on fait intensement rougir dans ce gaz ne subit aucun changement ; et le gaz n'est point altéré par les pouvoirs électriques les plus forts. Si un jour on parvenait à en séparer de l'oxigène, on découvrirait en même temps une nouvelle forme de matière, peut-être un nouveau corps, comme faisant partie de sa constitution ; et jusqu'à ce qu'il ait été décomposé, la sévère logique, qu'il convient de professer en chimie, exige qu'on le regarde comme une substance élémentaire (*).

6. La chlorine n'a jamais été trouvée incombinée dans la nature ; mais elle existe dans plusieurs composés et particulièrement dans le sel commun, comme il conste par le mode dont elle est obtenue de ce corps. C'est une substance très-importante par son rapport avec l'art du blanchiment artificiel, lequel est une invention dont nous sommes redevables à la sagacité de M. Berthollet.

Dans l'ancien procédé du blanchiment, les étoffes de lin ou de coton, après avoir été traitées par des lessives alcalines qui les dépouillaient des substances résineuses et huileuses, et quelquefois par de l'huile

(*) MM. Gay-Lussac et Thénard et M. Corandan ont, depuis 1808, réclamé leurs droits à l'opinion que le gaz oxymuriatique serait un corps simple, et que le gaz acide muriatique serait composé de ce corps et d'hydrogène ; mais ces opinions avaient été avancées, dès 1774, par l'illustre chimiste qui découvrit le gaz. Dans mon mémoire inséré dans les *Philosophical Transactions*, où j'ai tâché de faire voir que le gaz oxymuriatique est un principe acidifiant et dissolvant particulier, j'ai simplement adopté et étendu ces vues, et j'y ai renvoyé le lecteur dans le premier mémoire que j'ai publié sur ce sujet.

de vitriol fortement diluée dans l'eau, laquelle leur enlevait les tâches produites par le fer, étaient exposées, sur la prairie, à l'action de l'humidité et de l'air, et des semaines et jusqu'à des mois étaient requis pour leur donner une parfaite blancheur.

On peut, en se servant d'une solution chaude de chlorine dans l'eau, blanchir les toiles en un temps très-court ; mais, par cette méthode, leur texture se trouve altérée, car en même temps que l'oxigène se combine avec la matière colorante, il se forme de l'acide muriatique, lequel se dissout dans l'eau et corrode la fibre végétale.

On a condensé le gaz à l'aide de lessives alcalines et de la chaux délayée dans l'eau. Pour blanchir on se sert communément de la substance appelée oxymuriate de chaux ; mais quoique la solution de cette substance n'altère pas autant la toile que celle du gaz, néanmoins elle tend à en relâcher la texture.

J'ai trouvé que le liquide obtenu en condensant la chlorine par de l'eau dans laquelle on a délayé de la magnésie blanchit sans porter atteinte à la fibre végétale ; il agit beaucoup plus doucement et plus graduellement qu'aucun des autres composés dont on fait usage pour le même effet ; et depuis quelques mois on l'emploie en Irlande (*), d'après mes conseils, avec un entier succès, pour blanchir les toiles imprimées ; et lorsqu'on l'applique avec prudence elle ne détruit même

(*) Par M. Duffy, de Dublin, qui est un fabriquant d'indiennes très-instruit.

pas les couleurs rouges ou jaunes qui sont fixées par des mordans. On se procure aisément la magnésie en l'extrayant de l'eau de la mer et des résidus du raffinement du sel ; et il est probable que ce nouveau liquide de blanchiment deviendra, avant peu, d'un usage général.

M. Berthollet suppose que la chlorine détruit les couleurs en leur transmettant son oxigène. Les nouvelles expériences ont démontré que l'oxigène provient de l'eau, qui est décomposée par une double affinité, savoir, l'affinité de l'hydrogène avec la chlorine, et celle de la matière colorante avec l'oxigène.

Les sels qu'on nomme hyperoxymuriates et oxymuriates sont des composés de substances métalliques avec de la chlorine et de l'oxigène ; et comme l'oxigène n'est adhérent à ces sels qu'en vertu d'une très-faible attraction, ils le transmettent aisément à des matières colorantes et à des corps combustibles.

La circonstance principale dans le blanchiment par ces composés est que le sel, restant après la soustraction de l'oxigène, n'agisse pas sur la toile. Je me suis assuré que des toiles que l'on fait bouillir dans une forte solution de muriate de chaux, lequel est la substance qui reste dans l'eau lorsqu'on se sert de l'oxymuriate de chaux, sont considérablement affaiblies dans leur texture. La solution du muriate de magnésie n'exerce aucune action semblable ; ce qui fait que le nouveau liquide de blanchiment pourra être employé dans les manufactures sans le moindre danger.

Ces vues générales concernant la chlorine et ses

usages, ainsi que concernant le mode d'agir de ses combinaisons avec l'adjonction de l'oxigène, seront confirmées par un grand nombre de faits que l'on rapportera dans la suite de cet ouvrage. On a anticipé sur certaines conclusions, mais on ne pouvait proprement pas séparer l'application la plus importante de la chlorine, de l'histoire de cette substance considérée comme corps indécomposé, quoique cette application soit fondée sur son pouvoir de séparer l'oxigène, lequel paraît être le vrai principe qui agit dans le blanchiment par les composés de chlorine.

— « La proportion dans laquelle le gaz oxigéné se combine avec les corps combustibles correspond exactement au rapport dans lequel s'engage la quantité d'oxigène que nous le supposons contenir, et il dépose encore cette proportion du même principe, lorsqu'il se combine avec un corps qui est oxidé par une égale quantité de ce principe; de sorte que si ce gaz n'est pas oxigéné, il se conduit dans toutes les circonstances, tant par les produits de ses engagemens que par les proportions dans lesquelles il les contracte, comme s'il l'était réellement.

Il oxide les métaux au même degré qu'une quantité d'oxigène égale à celle qu'on l'estime contenir d'après sa saturation en eau par l'hydrogène, et d'après l'oxigène qu'il dépose sous forme libre ou sous forme d'eau, lorsqu'il peut leur substituer des métaux oxidés d'avance au même degré.

Nous ne pouvons pas juger du contenu en oxigène du gaz muriatique oxigéné d'après sa capacité saturante

à l'égard des métaux, à cause que nous ignorons le rapport dans lequel l'hydrogène se sature dans ces corps, car ce principe, excepté dans les métaux réductibles par le feu, y est toujours soussaturé aux proportions de l'eau. Si l'on possédait un moyen exact de mesurer la quantité absolue de calorique qui se dégage des corps, on connaîtrait, dans toutes les circonstances, le juste rapport de l'hydrogène avec lequel du gaz oxigène se combine, par la raison que le calorique déplacé correspond exactement à cet hydrogène, ou que les quantités de ces principes, dans la saturation de l'oxigène, se sont mutuellement proportionnelles; mais nous n'aurons jamais cette mesure à cause des différentes formes sous lesquelles le calorique se sépare des corps et qui font qu'il affecte, par des modes d'agir absolument opposés, les substances sur lesquelles il produit ses indications.

A en juger d'après le gaz muriatique oxigéné, les métaux se proportionneraient avec les acides, dans le rapport de l'oxigène qu'ils contiendraient s'ils étaient rigoureusement oxigénés; et l'on peut en conclure que les acides secs cherchent à être saturés dans les oxides de leur salification par la même quantité d'oxigène qu'ils possèdent dans l'eau d'hydratation; mais quel est le rapport dans lequel les métaux se saturent par l'oxigène de l'acide sec, à l'égard du contenu total, en ce principe, de ces corps? C'est une question sur laquelle la réduction hydrogénée de l'ammoniaque et la réoxidation de son métal pourront seules nous éclairer; et si quelque autre corps peut contribuer à fournir cette donnée, c'est l'alcohol de Lampadius, dans lequel l'hydrogène du carbone paraît se substituer à

une proportion correspondaute d'eau du soufre prise sur l'acide sec de ce corps. On n'a pas encore traité cet alcohol avec le seul réactif qui pouvait donner des notions sur sa nature et faire décider si son caractère était, comme on l'a jusqu'ici supposé, vraiment hydrogéné; ce réactif, qui est infaillible pour tout hydrogène amoviblement engagé, est le gaz muriatique oxigéné. Cette réaction aurait immanquablement produit un nouveau corps et peut-être deux, car l'alcohol de soufre est ce combustible *moins* une quantité d'hydrogène égale à celle que l'oxigène de l'acide sec carbonique saturerait en eau; de sorte que le gaz muriatique oxigéné se combinerait avec ce soufre, en un sous-rapport à raison de sa soushydrogènation; et le carbone pourrait, ou se coengager, ou former un composé particulier. L'eau, en proportion convenable, qui avec l'alcohol, régénère le soufre sans en séparer de l'hydrogène, ne décomposerait pas ce composé, mais le convertirait en soufre de Thomson.

Si pendaut la combinaison entre le soufre de Lampadius et le gaz oxigéné, la perte de l'hydrogène se portait sur le carbone, ce combustible pourrait alors s'unir au gaz et former un composé muriatique; car l'obstacle à cette union paraît être la saturation complète de l'acide sec carbonique, par de l'hydrogène, comme elle l'est à l'union entre le bore et le même gaz; mais l'oxide carboneux, dans lequel cet excès est saturé par de l'oxigène, se combine avec le gaz oxigéné; et sans doute que l'oxide boreux qu'on n'a pas encore obtenu, mais que la réaction de quelque métal énergique sur un borate ou sur l'acide borique en grand rapport pourrait fournir, contracterait immanquablement la même combinaison.

Déjà le soufre, bien moins complétement hydrogéné dans son acide que le carbone, paraît avoir une portion d'hydrogène que le gaz muriatique oxigéné ne saurait atteindre pour le saturer; à-moins qu'il n'y ait, à cet effet, un défaut de calorique en raison de la grande proportion de l'hydrogène; ce qui serait encore bien plus le cas pour le carbone et pour le bore. Ce n'est pas à une extrême chaleur que l'on doit tenter la combinaison entre ces deux corps et le gaz oxigéné, car la sursaturation de l'oxigène de l'acide pour l'état de liquidité de son eau, et celle de l'oxigène de l'acide oxigéné à son état de gaz, sont deux obstacles à cette combinaison, comme cela est rendu bien évident par l'incombustibilité de plusieurs corps à une chaleur rouge, et sur-tout par l'inactivité absolue des corps qui, sous la pile, sont sursaturés de calorique-électrique pour l'engagement qu'ils pourraient contracter.

L'engagement entre le phosphore ou le soufre et le gaz muriatique oxigéné est, pour le premier combustible, une combinaison d'acide muriatique sec vice-hydraté par l'acide hydraté phosphorique, ou, dans une proportion soussaturée, le même acide en combinaison de sel avec l'acide phosphoreux, et le second, est de l'acide muriatique sec vice-hydratant en sel, de l'acide sulfureux. L'eau enlève à ces composés l'acide muriatique sec en l'hydratant en gaz acide simple et laisse l'acide phosphorique en isolément; et lorsque la saturation est incomplète, les acides phosphoreux et sulfureux, avec le secours du calorique que l'acide sec muriatique déplace d'avec l'eau, se partagent, comme ils le font au feu avec l'aide d'un peu d'eau pour compléter l'hydratation, en acides en *ique*

et en phosphore ou soufre régénérés. Le phosphore suit ici son habitude de s'oxigéner directement en acide complet, tandis que le soufre conserve la sienne de ne s'oxigéner à sec ou sans l'intermède d'un cohydratant, qu'en acide incomplet ; ce qui est peut-être un argument péremptoire pour faire admettre l'existence de l'oxigène dans le gaz oxigéno-muriatique.

L'acide muriatique sec ne saurait vice-hydrater l'acide sulfurique pour ainsi déterminer sa formation, parce qu'il devrait, à cet effet, s'engager en excès pour opérer la complète oxigénation du soufre, ce qui formerait une hydratation acidinule par l'acide sec muriatique, et par conséquent un corps qui ne peut exister, mais à l'existence duquel pourrait concourir une petite quantité d'eau qui hydraterait l'acide excédent; et l'oxigène seul, en complétant l'oxigénation du soufre sans que de l'acide sec muriatique accédât et dut devenir à nu, formerait un composé d'acide muriatique vice-hydraté par de l'acide sulfurique, que l'eau, en enlevant le premier acide et en complétant le second pour sa stricte hydratation, résoudrait en gaz muriatique simple et en vapeur sulfurique. La vice-hydratation en sel tient d'ailleurs par une plus forte affinité que celle en double acide.

La sous-saturation de ces composés par l'ammoniaque forme, suivant leur saturation par du gaz oxigéné, du muriate d'ammoniaque vice-hydraté par de l'acide phosphorique, ou par les acides phosphoreux ou sulfureux : ces corps sont difficilement décomposables à cause du muriate d'ammoniaque qui ne peut exister sans hydratation ou vice-hydratation. La saturation par

de l'ammoniaque donne naissance à des muriates de cet alcali vice-hydratés par du phosphate ou par du phosphite ou du sulfite à même base, avec plus ou moins de soushydratation.

L'ammoniaque ne peut pas plus être séparée d'avec ces sels que d'avec le muriate sec, ou les acides d'avec l'acide muriatique sec, d'abord parce qu'ils sont nécessaires à la vice-hydratation du muriate, et ensuite, parce que la décomposition des seconds sels demanderait assez de chaleur pour que l'ammoniaque fût décomposée et pour que son hydrogène composât en simple l'acide oxigéné ou réduisit l'autre acide afin de former l'eau requise pour l'existence isolée du muriate d'ammoniaque.

Les muriates secs nommés *beurres*, qui se laissent décomposer par l'ammoniaque, forment des muriates de cet alcali vice-hydratés par l'oxide du muriate primitif.

Le nouvel acide double de M. J. Davy, étant saturé d'ammoniaque, forme du muriate vice-hydraté par du carbonate. M. Davy aurait, ce me semble, du voir dans la grande capacité saturante du gaz carbonico-muriatique, le second acide que forme l'oxigène du gaz muriatique oxigéné avec le gaz carboneux, ou reconnaître avec nous la préexistence des acides dans les combustibles acidifiables, et voir le rôle très-sécondaire que joue l'oxigène dans leur développement, puisqu'il se borne à les hydrater par de l'eau en place d'un des principes de ce liquide ; mais, dans ce cas encore, en admettant le développement de l'acide par cette cause, on reconnaissait que le gaz oxigéné formait de l'eau, ou en se tenant à la manière de voir de l'école de

Lavoisier à l'égard de la nature des acides, ce gaz devait former avec l'oxide carboneux de l'acide carbonique. L'acide borico-fluorique possède la même capacité saturante double, comme aussi l'acide phosphorico-muriatique, à raison de la quantité d'acide, et cette capacité, si l'on juge d'après le poids des acides associés, doit paraître surpasser les capacités réunies, à cause qu'un des acides existe sans eau d'hydratation. Avec les oxides des autres métaux, ces divers acides sont décomposés en muriates, et dans le second acide, à cause de la faculté qu'ont ces sels d'exister à sec.

Ces divers sels sont décomposés à une chaleur suffisante pour réduire leur second acide ou pour composer en simple l'acide oxigéné, à l'aide de l'hydrogène de l'ammoniaque; et si le muriate d'ammoniaque, que, dans le sens de M. Davy, on regarde encore comme existant à sec, était moins volatil, il se résoudrait par la chaleur en acide muriatique gazeux, ou en cet acide hydraté par de l'eau et en ammoniaque, à cause que l'eau qui pour la décomposition analogue sur d'autres muriates doit être substituée à l'oxide près de l'acide, et que l'on doit ajouter, préexiste ici dans le sel. Le muriate d'ammoniaque, suivant M. Davy, est tout différent des autres sels, puisque l'acide muriatique s'y engage avec l'hydrogène de son acidification simple, et que l'oxigène de l'ammoniaque reste avec cet *alcali*; mais la nature métallique de la base de l'ammoniaque n'est pas encore prouvée aux yeux de cet illustre chimiste, et l'acide muriatique simple ne peut pas céder de l'hydrogène à l'oxigène d'un corps que sou gaz oxigéné ne combine pas à l'état réduit.

Le muriate sec d'ammoniaque serait, à une forte cha-

leur, réduit en acide muriatique oxigéné et en ammoniacon métal, ou en acide muriatique simple et en azote réduit, ou en combustible acidifiable muriatique et en azote ordinaire, ou bien, ce sel ne pourrait pas être décomposé.

Les chimistes hollandais ont depuis long-temps fait voir que c'est principalement l'hydrogène que le gaz muriatique oxigéné affectionne afin que son acide devienne hydraté par de l'eau; et l'on doit supposer que tous les corps qui, comme les métaux et certains combustibles acidifiables, saturent ce gaz sans lui céder de l'hydrogène libre, le font en vertu de l'hydrogène inamoviblement engagé dont ils sont pourvus. Les gaz hydrogènes composés, l'ammoniaque, le gaz oléifiant, cèdent à ce gaz l'hydrogène qu'ils peuvent déposer.

Si l'on veut envisager les muriates comme des métaux dissous dans le gaz muriatique oxigéné, on doit de-même envisager les autres sels comme de corps semblables unis à des acides quelconques oxigénés; car aussi bien que l'acide muriatique peut, pour cette combinaison, céder son hydrogène à l'oxigène de l'oxide, les autres acides peuvent effectuer la même cession; et ces acides hydratés dégageraient, comme le gaz muriatique acide, de l'hydrogène en se combinant avec les métaux énergiques réduits, si les sels qui résultent de cette action, pouvaient exister sans être plus ou moins hydratés; et ce besoin d'hydratation fait qu'une portion de l'acide non engagé par le métal, est déplacée dans son eau par l'hydrogène, jusqu'à sa sous-réduction en acide en *eux*.

Que les acides secs dans les combustibles acidifiables soient moins faciles à substituer dans leur hydrogène par l'eau ou par un vice-hydratant, que par les mêmes corps l'acide muriatique sec peut l'être dans son oxigène, cela dépend aussi de ce que l'oxigénation ajoute beaucoup de calorique à l'oxigène de l'acide, et que l'hydrogénation enlève considérablement de cet agent.

L'oxigène, dont est vice-hydraté l'acide muriatique sec dans son gaz oxigéné, ne se proportionne pas davantage avec l'oxigène des acides, pour la formation des sels, que ne le fait le même principe uni à l'hydrogène dans les combustibles acidifiables. Cet oxigène s'unit au contraire aux métaux, et c'est alors avec lui que se proportionne l'oxigène de l'acide sec; et; lorsque les métaux sont oxidés, il se surcombine et devient séparable par le calorique, et lorsque l'acide oxigéné est hydrogéné en simple ou en acide sec hydraté, le même oxigène se dépose sous forme d'eau par l'engagement de l'acide sec avec un oxide de métal. Tout cela fait clairement voir que c'est par un échange d'oxigénant, d'hydrogénant, d'hydratant ou de vice hydratant que ces divers effets ont lieu.

On n'a pu jusqu'ici séparer de l'oxigène libre d'avec l'acide muriatique oxigéné qu'en y substituant de l'oxigène combiné en eau, en oxide ou en acide, ni séparer de l'oxigène combiné de ces corps, sans y substituer de l'oxigène libre : c'est que l'acide muriatique sec ne peut exister sans être vice-hydraté par de l'oxigène ou par un corps qui en contient, et ce principe

n'est pas plus séparable que l'hydrogène de vice-hydratation ne l'est d'avec les acides secs des combustibles acidifiables, ni l'hydrogène de métallisation d'avec les bases métalliques, celle de l'ammoniacon exceptée, d'avec laquelle cette séparation peut avoir lieu.

Cependant, si l'on considère que le gaz muriatique oxigéné forme avec de l'hydrogène le même corps acide que les combustibles acidifiables forment avec de l'oxigène ; que ces deux sortes de corps, différemment formés, déposent l'un et l'autre de l'eau lorsqu'avec un oxide ils s'engagent plus ou moins à sec ; que les produits de leur combinaison sont les mêmes ; que les phénomènes de leur acidification sont encore identiques quoique ayant lieu par des principes différens de l'eau et comme si ce liquide se formait ; que ce n'est qu'à un corps oxidé que de l'oxigène peut se surcombiner et se combiner en deux proportions, qui l'une et l'autre lui donnent la qualité comburante, comme l'hydrogène, sans cesser d'être combustible, ou avec augmentation de combustibilité, ne peut se combiner qu'à des corps déjà hydrogénés en combustibles, et si, joint à cela, on considère que l'acide muriatique simple, dans sa séparation d'avec un oxide, suit les rapports électriques des substances relativement les plusoxidées, et que l'acide oxigéné, dans sa séparation d'avec l'hydrogène, suit ceux du corps le plus positivement affecté après l'oxigène pur, il ne peut presque rester de doute que ce gaz ne doive ses propriétés à l'oxigène, et que son acide simple ne doive les siennes à l'eau.

On a cru un instant pouvoir rapporter comme preuve que l'acide muriatique oxigéné contient de l'oxigène,

le fait que l'acide muriatique simple combiné en muriate avec l'ammoniaque dépose de l'eau ; mais cette déposition n'a point lieu, par la raison que le muriate d'ammoniaque ne peut exister sans être hydraté par ce liquide, par un acide ou par un sel, et, dans les muriates triples, par un oxide. Du muriate sec d'ammoniaque devrait, par le feu, se résoudre en azote et en combustible muriatique, qui est un corps que la nature n'a pas voulu produire et à la génération duquel l'hydratation indispensable du muriate d'ammoniaque s'oppose. L'acide fluorique ne semble aussi pas se constituer à sec avec l'ammoniaque, et si ce muriate sec existait, il suffirait de l'échauffer fortement pour qu'il se réduise en fluore. C'est, je le répète, parce que le muriate d'ammoniaque ne s'isole pas sans hydratation, que dans le gaz carbonico-muriatique, saturé d'ammoniaque gazeuse sèche, le carbonate lui reste si inamoviblement adhérent ou n'en peut être séparé que par de l'eau dont la qualité hydratante lui est substituée. Les muriates secs d'anciens métaux sont décomposés par l'ammoniaque, mais le muriate qui se forme résiste, dans son adhérence avec l'oxide, à une chaleur qui n'est pas assez forte pour décomposer l'ensemble du corps ; et il en est de même des muriates de soufre et de phosphore traités par l'ammoniaque sèche.

Dans l'absorption de l'ammoniaque par le muriate très-sec de chaux, ou ce muriate est hydraté par l'alcali, ou le muriate sec de ce dernier corps est vice-hydraté par la chaux. Le muriate d'ammoniaque pût-il même être constitué à sec, comme peuvent l'être plus ou moins complétement les autres muriates, l'eau obte-

nue

nue ne prouverait rien, car l'ammoniaque étant un oxide métallique, son métal peut être sensé se combiner avec le gaz muriatique oxigéné pendant que son oxigène, avec l'hydrogène de ce gaz, forme de l'eau, et la conclusion par rapport à ce liquide ne serait pas différente de celle fournie par un autre muriate.

Il ne reste donc, pour prouver immédiatement et par les résultats d'une grossière opération, le contenu en oxigène du gaz muriatique oxigéné, ou celui en eau du même gaz simple, que de faire des tentatives, à l'effet de réduire l'acide muriatique en combustible acidifiable, en substituant de l'hydrogène à l'eau d'hydratation de son acide sec. » —

DIVISION IV.

DES SUBSTANCES COMBUSTIBLES INDÉCOMPOSÉES OU SUBSTANCES ACIDIFIABLES NON MÉTALLIQUES, ET DE LEURS COMBINAISONS BINAIRES AVEC L'OXIGÈNE ET LA CHLORINE, OU ENTRE ELLES.

I. *Observations préliminaires.*

1. Les corps dont on traitera dans cette division sont au nombre de six, savoir, l'hydrogène, l'azote, le soufre, le phosphore et le boracion ou bore. Parmi ces corps l'hydrogène se distingue par des propriétés très-singulières. Le soufre et le phosphore ont entre eux le plus d'analogie. Toutes ces substances peuvent se combiner avec l'oxigène, et toutes, excepté l'azote et le carbone, avec la chlorine. Dans les combinaisons voltaïques, elles sont séparées à la surface négative, et, dans leurs rapports électriques aussi bien que dans leurs pouvoirs chimiques, elles sont opposées à l'oxigène et à la chlorine.

Les combustibles acidifiables, comme tous les corps connus, sont naturellement opposés, dans leurs rapports électriques, à l'oxigène et à l'acide muriatique oxigéné, et doivent se porter vers le pôle négatif, tandis que ces deux derniers corps se portent vers le pôle positif; mais en combinaison avec l'hydrogène ou avec les métaux qui, sous la pile, ne sont point organisés par l'eau en corps de la même nature que les combustibles acidifiables, ils se portent vers le

pôle positif, tandis que l'hydrogène et les métaux se portent vers le pôle négatif, et ce caractère est le témoignage le plus authentique de leur nature oxidée.

L'union entre l'hydrogène et les métaux, quand ceux-ci ne sont point organisés par la pile, n'est point détruite sous cet appareil : c'est qu'il ne peut y avoir de la tension électrique décomposante qu'entre des corps opposés en nature chimique et dont l'un soit un corps réduit et l'autre de l'oxigène ou un corps oxidé, ou dont l'un soit davantage oxidé que l'autre : cette tension ne peut s'établir entre deux corps réduits, dans lesquels il n'y a point de relativité de caractère, ni même entre deux corps dont l'un est de l'oxigène et l'autre un corps très-oxigéné, comme cela est le cas pour l'acide muriatique suroxigéné. Sans corps capable d'engager le fluide électrique, il ne peut spontanément s'établir d'état négatif, ni sans corps qui reçoit le fluide en application, il ne peut y avoir d'état positif, et sans ces états opposés il n'y a point de tension en charge, comme sans réaction entre un corps qui reçoit l'état électrique par excitement et un autre qui le reçoit par conduction, il ne peut y avoir de charge par machines. Dans une pile qui opère une décomposition chimique, il y a quatre états électriques opposés qui s'alternent, savoir, l'état positif du pôle de ce nom, l'état négatif de l'oxigène ou du corps le plus oxidé, qui se porte vers ce pôle ; puis l'état positif de l'hydrogène ou du corps le moins oxidé, qui se porte vers le pôle négatif, et enfin, l'état négatif du pôle de ce nom. Si l'oxigène pouvait être séparé d'avec l'acide muriatique, il y aurait entre ces deux corps assez d'opposition en nature pour qu'une tension électrique puisse s'établir.

II. *Du gaz hydrogène ou de l'air inflammable.*

1. Ce fut Cavendish qui, en 1766, examina le premier ce gaz sous sa forme pure.

On se procure ce gaz à l'aide de l'appareil hydropneumatique, en versant de l'huile de vitriol étendue, de huit fois son poids d'eau, sur de la limaille de zinc ou de

fer. On met les matières dans une cornue ou une bouteille quelconque, pourvues d'un tube de conduite : on ne doit appliquer aucune chaleur artificielle. On l'obtient également en faisant passer de la vapeur d'eau sur de la tournure de fer échauffée au rouge dans un canon à fusil.

2. Le gaz hydrogène se distingue de tous les autres corps gazeux par son extrême légéreté. On a déjà fait connaître le rapport de son poids avec ceux du gaz oxigène et de l'air. Cent pouces cubes de ce gaz, à une pression et une température moyennes, pèsent environ deux grains et un quart.

Il n'est presque pas absorbable par l'eau : ce liquide en condense seulement le cinquantième de son volume.

Le gaz hydrogène n'a point de goût; il a une odeur faible, mais désagréable. On peut, comme tout autre gaz, le faire entrer dans les poumons, mais on ne peut le respirer plus long-temps qu'une minute ; et de petits animaux meurent dans ce gaz en un temps beaucoup plus court.

Lorsqu'on ouvre, à l'air, une bouteille à long col, remplie de gaz hydrogène, et qu'on y plonge une chandelle allumée, la flamme s'éteindra, mais le gaz prendra feu et brûlera par son contact avec l'air.

Une partie de ce gaz étant mêlée avec deux ou trois parties d'air atmosphérique, détone violemment lorsqu'on l'allume par le moyen d'un corps enflammé ou de l'étincelle électrique (*).

(*) Les passages qui dans la suite seront distingués par des guillemets et enfermés entre deux tirets seront extraits de mon mémoire à l'Académie de Berlin. N. D. T.

— « L'hydrogène peut être considéré comme le seul corps simple dont la nature et l'art soient en possession. L'oxigène, à l'état de gaz, est composé de parties égales de sa substance et de calorique. L'hydrogène n'a aucune composition connue ; il entre en combinaison sans qu'on doive penser qu'il se dégage d'autre calorique que celui qu'il déplace d'avec l'oxigène ; et il sort de combinaison et se gazifie sans exciter du froid.

L'hydrogène a, avec l'oxigène, beaucoup moins d'affinité que n'en a le calorique ; du-moins ne peut-il entièrement séparer le calorique d'avec l'oxigène, tandis que le calorique le sépare entièrement de ce principe ; et lorsque ces trois corps contractent entre eux un engagement libre, lequel produit l'eau, c'est en très-grande sousproportion que l'hydrogène y est admis ; car ce liquide consiste en 15 parties d'oxigène, 2 parties d'hydrogène et 13 parties de calorique, 30 parties en matière pesante terrestre et même matière solaire ou force de saturation. J'ai déjà dit qu'un composé binaire consistait nécessairement en parties égales de ses deux élémens ; un composé ternaire devrait consister en parties égales des trois élémens ; et deux parties d'un élément avec une partie des deux autres élémens forment un composé quaternaire, ou du-moins il ne peut y en avoir d'autre, puisque le nombre des élémens qui composent la matière organisée, n'est que de trois. La matière brute du globe doit immanquablement consister en oxigène et hydrogène formant un composé binaire ou de ces principes en égales proportions. Le calorique du soleil en se substituant à demeure à une portion de l'hydrogène, près de l'oxigène de cette ma-

tière, a mis de l'hydrogène en dégagement ; et cette opération a fait naître les terres et les alcalis. La même substitution, sans séparation de l'hydrogène, a formé les combustibles acidifiables, dans lesquels l'oxigène de l'acide est peut-être en égale proportion avec son hydrogène joint à celui qui est surcombiné à ce corps. Ces combustibles seraient alors de la matière primitive *plus* du calorique. De l'enlèvement jusqu'à l'ammovibilité d'une portion de l'oxigène, ou de l'entière saturation de ce principe par le calorique, et, par conséquent, de sa substitution complète près de l'hydrogène avec demeure en combinaison de celui-ci, sont provenus, d'un côté les métaux, et de l'autre côté le gaz oxigène. L'eau n'a pu être formée que par la réunion de ses deux élémens terrestres libres, ou par un déplacement de l'hydrogène avec demeure en engagement du calorique, sur une portion entière de la substance primitive, dans le rapport entre ses trois élémens qui constitue ce liquide.

L'eau qui, après le gaz oxigène, forme la combinaison la plus simple, et dans laquelle les trois élémens des corps se trouvent proportionnés d'après leurs plus fortes attractions, puisqu'en s'unissant ils ont pu librement les exercer, doit donc aussi former la combinaison la plus intime, et ne doit, par aucune autre matière, excepté celle qui a pu gazifier l'oxigène, pouvoir être décomposée. C'est aussi ce qui a lieu, et les corps combustibles qui semblent décomposer l'eau ont seulement plus d'affinité avec ce liquide qu'avec une portion de leur hydrogène de dernière surcombinaison qu'ils échangent avec l'eau, et deviennent ainsi oxidés. L'eau déplace d'avec ces corps l'équivalent

de l'hydrogène qu'elle possède, et elle dépose du calorique dans le rapport de l'hydrogène non déplacé dont elle se surcombine. C'est par une tendance de la base primitive à rapprocher l'oxigène de l'eau vers sa composition originaire que cet effet semble être produit. Cependant de l'eau assez échauffée déplace également l'hydrogène d'avec des corps dans lesquels son oxigène s'engage à un état plus éloigné de cette composition que dans l'eau, c'est-à-dire, avec plus de calorique. C'est ce qu'elle fait en formant les oxides réductibles par le feu.

Mais l'eau peut être décomposée et son oxigène gazifié comme son hydrogène réduit par le même agent qui a pu enlever l'oxigène au composé binaire primitif. C'est ce que la nature fait dans les plantes, et l'art par le moyen du fluide électrique.

Une chaleur rouge peut également décomposer l'eau; mais ses élémens, qui restent mêlés, se réunissent au moindre décroissement de la chaleur, et les moyens de fixer l'hydrogène doivent manquer dans une circonstance où l'hydrogène est expulsé par son antagoniste, de l'engagement le plus intime qu'il puisse contracter. Il n'y aurait que des acides secs qui pourraient être assez hydrogénables pour aider à la décomposition de l'eau, par la fixation de son hydrogène pendant qu'une chaleur rouge concourrait à enlever son oxigène.

Le fluide des explosions électriques décompose l'eau sous une couche de ce liquide qui refroidit aussitôt ses élémens et les tient isolés; et celui de la pile

les transporte vers les terminaisons extrêmes de cet appareil après les avoir séparés.

L'eau qui s'est substituée à une portion de l hydrogène des corps combustibles ne peut pas plus se décomposer pour sortir de cette combinaison; et l'hydrogène libre ou engagé par lequel seul cette décomposition pourrait avoir lieu, est d'autant moins actif à l'opérer que l'oxigène est davantage surcombiné du même principe, et souscombiné de calorique à ses proportions d'eau; mais de l'hydrogène libre peut se substituer à l'eau d'oxidation des corps laquelle par une incorporation de calorique on a de-nouveau proportionnée dans le rapport de son existence incombinée; et des combustibles qui combinent l'eau avec une moindre proportion de calorique peuvent la reprendre d'un corps où elle existe avec une plus grande proportion, si toutefois la chaleur rouge dont on doit aider cette opération ne la sature pas au degré de sa liquidité. La pile n'est si active dans les réductions que parce que l'hydrogène qu'elle transporte s'accompagne du calorique propre à proportionner l'eau pour la substitution qu'il doit opérer.

L'eau ne se substitue à de l'hydrogène qu'autant que d'autre hydrogène peut se substituer à son calorique, et elle ne s'engage même avec de l'hydrogène, sans qu'elle en déplace d'autre, qu'en échange de cet agent; c'est là le lien qui unit les corps et le seul qui les unisse; et la substitution du calorique à l'hydrogène décombine comme celle contraire combine; mais l'eau à qui une haute température ne permet pas de se défaire d'une partie de son calorique ne peut déplacer de

l'hydrogène réduit, ni s'engager avec ce principe oxidé, et de l'eau qu'on force de reprendre le calorique dont elle s'est défait est à son tour déplacée par l'hydrogène, et forcée, faute d'un moyen d'union qui est l'oxigène soussaturé de calorique, de sortir de combinaison. C'est par-là que les corps sont désoxidés, et la loi des combinaisons échangées peut se réduire à l'axiome : que l'hydrogène s'engage avec toute substance oxidée qui n'est pas saturée de calorique, comme le calorique s'engage avec toute substance semblable qui n'est pas saturée d'hydrogène.

Si de la matière primitive terrestre pouvait venir en notre pouvoir, il n'y a pas de doute que nous ne la transformassions en autant de corps différens que nous possédons de moyens d'échauffement et de degrés d'application de calorique ; car puisqu'aucun moyen n'a pu jusqu'ici séparer totalement le calorique d'avec l'oxigène (je ne parle pas des moyens de refroidissement qui ne séparent que le calorique de la température ou la chaleur), le plus faible moyen d'incorporation du calorique devrait pouvoir séparer une quantité proportionnée d'hydrogène d'avec l'oxigène, et amoviblement ou inamoviblement, suivant la quantité de cet agent. C'est pourquoi, si l'on pouvait supposer que la chaleur eût pénétré jusqu'au centre de la terre, il est à penser qu'aucune portion de la substance primitive du globe n'aura pu rester sans organisation.

Si l'on refuse d'admettre que le globe se soit jamais trouvé assez près du soleil pour que l'oxigène ait pu être directement enlevé à la substance primitive, alors il n'y a que les acides secs des combustibles acidifia-

bles qui aient pu assez complétement enlever l'hydrogène à l'eau, pour que l'oxigène fût mis à l'état de sous-gaz auquel il se trouve dans l'air. » —

Le gaz hydrogène que l'on obtient dans les procédés cités par l'auteur est déplacé par l'eau d'avec le zinc ou le fer. Si l'acide n'a que son eau de plusoxidation, le déplacement n'a point lieu, mais à l'aide de la chaleur l'acide cède au métal son oxigène d'acidification en *ique*, et se sousoxigène en acide en *eux*. Cela dépend, en premier lieu, de ce que l'affinité à vaincre est plus grande sur l'eau de plusoxidation que sur celle de solution, et, en second lieu, de ce que l'acide sec ne peut s'isoler de cette eau. Si l'acide est rigoureusement proportionné d'eau de solution, de manière à ce que la substitution à l'hydrogène du métal se fasse entièrement par ce liquide, alors l'échauffement produit, tant par l'hydrogène non déplacé du métal, lequel se substitue au calorique de l'eau d'oxidation, que par l'eau de solution qui dépose son calorique, est assez fort pour que le gaz s'enflamme par le contact de l'air et sans devoir être allumé. On peut aussi dire que l'hydrogène du métal, déplacé par l'eau de plusoxidation de l'acide, se substitue à cette eau et hydrogène l'acide en *eux*.

On peut concevoir que le fer rouge échauffe assez la vapeur d'eau pour déplacer complétement l'hydrogène d'avec l'oxigène et s'unir à celui ci; mais l'eau qui n'est pas facile à être pénétré de calorique, comme le prouve le temps qu'elle met à se vaporiser sur du platine rougi, doit plutôt faire admettre qu'elle se substitue à l'hydrogène du métal.

L'explosion qui a lieu lorsque de l'hydrogène, en mélange avec du gaz oxigène ou avec de l'air atmosphérique, est allumé, provient de l'eau qui, en actuelle formation, peut se pénétrer du calorique encore tendu que l'hydrogène déplace d'avec l'oxigène. Il se fait une autre explosion lorsque de l'hydrogène peut tout-à-coup se substituer à l'eau près de la base d'un acide avec, comme lorsque du soufre s'allie au phosphore; et il y a encore détonation lorsque de l'oxigène de solution sort d'engagement par la compression ou par la chaleur, ou lorsque ce même principe est subitement gazifié sur de l'oxigène de plusoxi-

dation ou de thermoxidation qu'un combustible oxigène déplace d'avec une partie de sa substance, en laissant l'autre partie incombinée. Il ne peut y avoir d'autre cause de détonation, l'application extérieure du calorique gazifiant paisiblement les corps, et aucune autre substance, ayant un grand ressort, ne pouvant être subitement déplacée.

3. Le gaz hydrogène, comme il a déjà été dit, se combine avec le gaz oxigène : ce qui est la cause qu'il s'enflamme dans l'air. Si les deux gaz sont purs, le seul produit de cette combinaison est de l'eau, et les proportions sont de 2 d'hydrogène et de 15 d'oxigène, en poids, et de 2 à 1 en vol. On peut opérer la combinaison sur le mercure, de la manière qui a été décrite, page 67, ou l'hydrogène peut être introduit dans un vase plein de gaz oxigène, en le faisant passer par un tube étroit et en l'enflammant à l'aide de l'étincelle électrique ; ou on peut encore introduire, de la même manière, le gaz oxigène dans le gaz hydrogène, et enflammer ce dernier gaz au point de son contact avec le premier. (Voyez planche 7, fig. 25). Lorsqu'un courant de gaz oxigène est porté à la rencontre d'un courant de gaz hydrogène enflammé, la chaleur qui se produit est très-intense et surpasse de beaucoup la plus forte chaleur de nos fourneaux ; aussi l'utilise-t-on pour fondre des corps sur lesquels aucun autre feu de combustion ne produit de l'effet.

La nature de l'eau peut être démontrée aussi bien synthétiquement qu'analytiquement.

Dans le circuit voltaïque, l'eau se résout en 2 d'hydrogène et 1 d'oxigène, en volume. L'oxigène se montre à la surface métallique positive : l'hydrogène à la même surface négative ; et on peut, à l'aide de fils de

platine hermétiquement scellés dans des tubes de verre, recueillir les produits.

Lorsqu'à 10 grains du métal appelé potassion, mis dans un tube de verre, on ajoute environ 2 grains d'eau, il se passe une action violente; il se dégage beaucoup d'hydrogène, et, en échauffant le produit, l'opération est complète. Le potassion éprouve le même effet que s'il était fortement échauffé en contact avec une petite quantité de gaz oxigène; il s'unit à de l'oxigène, et l'augmentation de son poids est au poids de l'hydrogène comme 15 à 2.

Il serait inutile de s'étendre sur les propriétés de l'eau; il suffit de dire que naturellement on ne la rencontre presque jamais pure, mais qu'elle est ordinairement combinée avec des matières salines ou gazeuses. Elle se solidifie à 32° Fahr., et à 212°, elle se convertit en vapeur, et, sous cette forme, on l'a appliquée à la production des effets mécaniques les plus importans dans la machine à vapeur.

On remplirait un volume si on voulait décrire les divers emplois de l'eau dans les opérations de la nature, et citer toutes ses applications aux besoins des arts et de la vie domestique. L'existence des animaux et des végétaux dépend de l'eau. L'eau occupe près des deux tiers de notre globe; et, soit qu'elle se trouve dans l'océan unie à des sels, ou dans l'atmosphère à l'état de vapeur, ou qu'elle tombe sur la surface de la terre sous forme de pluie, de rosée, de grêle ou de neige, ou qu'elle forme des lacs, des rivières ou des sources, ses effets sont constamment liés avec l'ordre existant dans l'économie de notre système planétaire.

— « La combustion incomparablement plus vive de l'hydrogène dans le gaz oxigène que dans l'air atmosphérique, marque clairement l'état condensé de l'oxigène dans cet air. La différence dans le calorique dégagé dépend de ce que l'oxigène est repris d'un corps oxidé duquel l'hydrogène avait déjà déplacé du calorique ou qu'il avait reçu avec un défaut de cet agent; cette existence sousgazeuse de l'oxigène dans l'air a dû beaucoup aider la nature dans l'opération qui a produit ce corps; et, encore une fois, l'oxigène n'est jamais obtenu pur et à l'état de gaz qu'après avoir subi l'action d'une chaleur rouge, celle de l'électricité, ou les effets combinés du calorique déplacé par de l'hydrogène, et de la lumière du soleil.

L'eau est l'hydratant et le dissolvant de presque tous les corps oxidés, et il est l'oxidant des métaux. Il est à croire que la formation du sel marin ait dépendu de la même opération qui a produit l'eau. L'eau a organisé le carbone en substance végétale et l'azote en substance atmosphérique, et de ces deux substances organisées sont provenues les substances animales; et l'eau entretient la vie des plantes comme celle des animaux en hydratant et dissolvant successivement leurs diverses matières d'élaboration et d'assimilation.

Des deux corps terrestres l'hydrogène est le seul qui soit simple, et son extrême légéreté est opposée à l'extrême pésanteur de l'oxigène. Il paraît être gazeux indépendamment de toute combinaison avec du calorique, malgré qu'à raison du peu de matière avec laquelle il remplit l'espace qu'il occupe, il puisse avoir beaucoup de chaleur interposée. Il est aussi volatil que l'autre principe terrestre est fixe. Quand l'oxigène est saturé en faible par-

tie par de l'hydrogène et en forte partie par du calorique, il ne forme encore qu'un liquide que concrète une légère soustraction de chaleur, et qui exige une forte incorporation de cet agent pour être réduit en vapeur; et chaque fois que l'hydrogène ne se trouve pas condensé par de l'oxigène, il est à l'état de gaz saturé. L'oxigène par de l'hydrogène formait la masse inanimée du globe : saturé par du calorique, il n'aurait formé que du gaz oxigène ; il fallait que ces deux corps saturassent l'oxigène dans des rapports variés et qui se fussent réciproquement proportionnelles, et que ces saturations pussent se combiner par des affinités successivement décroissantes en énergie, pour produire la grande diversité de substances dont la surface du globe est composée.

J'ai déjà dit que tout hydrogène que l'on se procure autrement que par la décomposition de l'eau à l'aide du fluide électrique, est déplacé par ce liquide d'avec un métal ou d'avec un combustible acidifiable substitué, sans désengagement dans son hydrogène à l'aide du calorique, et qui devient désengagé à demeure par de l'eau. Il n'y a point d'autre source d'hydrogène pour l'art, et la nature ne l'obtient que par de semblables déplacemens, et alors il est encore composé. Le génie du grand Ritter avait conçu l'espoir d'isoler de l'eau l'oxigène, en fixant son hydrogène par le tellure ou par l'arsénic; ce qui aurait imité le procédé de la nature dans la végétation; mais l'effet dépend d'une opération double, et se réduit à une décomposition ordinaire de l'eau par la pile.

Dans la combustion d'un métal par l'air, l'hydrogène déplace d'avec l'oxigène beaucoup plus de calorique

que s'il était à l'état de liberté; mais, dans la combustion d'un combustible acidifiable, il se fixe du calorique pour porter au degré de l'eau l'oxigène de l'acide fortement déplacé daus cet agent, par l'hydrogène, et le dégagement de calorique est moindre que lorsqu'il se forme de l'eau.

Que la substitution de l'eau à l'hydrogène d'un corps combustible se fasse dans le même rapport que si ce liquide était décomposé, cela est un effet nécessaire du rapport déterminé des principes dans les corps, et l'action consiste ici à mettre de l'hydrogène oxidé à la place du même principe réduit. On ne voit donc pas pour quelle raison le corps substituant s'engagerait en plus grande ou en moins proportion que le corps substitué. Il semble d'ailleurs, et cette circonstance est d'une fertile application, que l'eau ne peut passer d'un corps qu'il oxide à un autre qu'il tend à oxider, sans que du calorique ne la proportionne au degré de sa liquidité, et l'oxigène lui-même paraît ne pouvoir effectuer ce passage sans qu'il soit porté à l'état de sous-gaz.

L'eau ne saurait donc oxider un corps sans être décomposée par le calorique ou sans que son oxigène ne soit gazeusement séparé, ce que, comme on sait, bien peu de circonstances permettent d'arriver; il faudrait qu'il y eût, daus ces cas, passage d'un principe retenu en engagement chimique, et ce passage ne peut avoir lieu sans que ce principe soit détaché: or, le moyen de détachement est sa gazification.

Dans l'hydratation ou la vice-hydratation (et tous les procédés sécondaires sont de cette nature, ou l'oxi-

dation seule est primaire), de l'hydrogène engagé et oxidé se substitue à d'autre hydrogène de même nature et en même temps à un peu de calorique, ou à du calorique seul; et il ne se fait aucune séparation que de composés antérieurement existans : l'eau forme le terme de la saturation par de l'hydrogène ou du proportionnément avec du calorique auquel l'enlèvement de l'oxigène sans gazification cesse d'être possible; et audelà de ce terme de saturation la difficulté s'accroît considérablement, à-moins que le corps ne se sousoxide, dans quel cas l'hydrogène, devenant libre par la retraite de l'oxigène partant, déplace d'avec l'oxigène restant une quantité de calorique qui favorise le départ. Mettez en contact un métal qui attire fortement l'oxigène, avec l'oxide d'un autre métal qui le retient faiblement; vous serez obligé d'échauffer jusqu'à rougeur pour que le passage puisse avoir lieu, et la circonstance la plus favorable à l'effet serait que l'eau du corps oxidé s'échangeât avec l'hydrogène du corps réduit, si toutefois cet échange peut avoir lieu sans que de l'eau étrangère déplace préalablement l'hydrogène d'avec ce dernier corps. Lorsqu'à froid on traite du mercure coulant avec du muriate oxidé de ce métal, il ne se fait point de passage d'oxigène; mais le métal réduit est admis à adhérer par une addition d'hydrogène à l'oxigène du métal oxidé, et, dans ce cas, l'action est produite par un thermoxigène ou par de l'oxigène contenant beaucoup plus de calorique que dans l'eau.

De l'oxide de fer, que l'on veut par de ce métal réduit sousoxider à sec en oxidule, exige le concours d'un feu rouge, et, lorsqu'il est humecté, l'hydrogène déplacé par l'eau d'avec le métal déplace, à son tour,

d'avec

d'avec l'oxide, une portion de ce liquide que le calorique, déposé par l'autre eau, proportionne pour sa liberté ; il se dégage en même temps du calorique à cause que de l'oxide s'hydrogène en oxidule, ce qui ne peut se faire sans que du calorique soit déplacé.

Un combustible acidifiable qu'on a suffisamment échauffé pour la substitution de son hydrogène par de l'eau éprouve cet effet sans que beaucoup de calorique soit déposé ; c'est que l'acide sec qui est faiblement hydrogéné ne peut pas fortement condenser l'eau, mais reçoit ce liquide en hydratation en place d'hydrogène, et par engagement sécondaire ; et, lorsqu'un tel combustible brûle, il n'y a de l'oxidation qu'entre l'hydrogène indépendant et qui déplace d'avec l'oxigène une même quantité de calorique comme s'il formait de l'eau ; et si ce liquide en dépose pour s'engager en hydratation avec l'hydrogène de l'acide sec, d'un autre côté l'acide en reprend pour passer de sa condition d'acide hydrogéné à celle d'acide hydraté par l'eau.

Comme nous l'avons déjà dit, l'eau d'oxidation doit, dans la réduction des corps, être déplacée par de l'hydrogène et être proportionnée de calorique pour devenir isolable, ou son oxigène doit être gazifié par le même agent ; c'est pourquoi les corps qui n'ont point d'hydrogène amovible opèrent si difficilement cette réduction, et que l'hydrogène, qui avec l'oxigène a beaucoup moins d'affinité que n'en ont en général les corps dont les oxides ne sont point réductibles par le feu, parvient cependant à désoxider ces corps, non par un enlèvement d'oxigène, mais par un déplacement d'eau dont l'adhérence à l'hydrogène non saturé du corps est

déjà relâché par le calorique, ou son oxigène doit être gazifié par le même agent ; c'est pourquoi les corps qui n'ont point d'hydrogène amovible opèrent si difficilement cette réduction, et que l'hydrogène alors se substitue à l'eau avec la même facilité que si ce liquide n'était point engagé, tandis que si l'hydrogène devait enlever de l'oxigène à cette eau, il faudrait que ce principe fût gazeusement séparé, et alors encore il n'y aurait aucun motif pour que de l'eau se décomposât afin d'être aussitôt récomposée.

Le potassion décompose avidement l'oxide de fer avec lequel on l'échauffe ; cependant on suppose qu'à une chaleur plus forte le dernier métal désoxide le premier, ce qui serait une anomalie dans les affinités, dont rien ne pourrait rendre raison ; mais les choses sont loin de se passer ainsi, et la moindre attention qu'on prête aux circonstances de ce beau procédé fait appercevoir facilement que la réduction ici, comme ailleurs, est exclusivement opérée par l'hydrogène. Examinons un moment cette opération d'après les phénomènes qui ont lieu.

De l'oxide de potassion hydraté par de l'eau, et fondu, est porté en contact avec du fer métallique rougi au blanc. La chaleur déplace d'abord d'avec l'oxide l'eau d'hydratation, et cette eau, après son déplacement, se porte sur une partie du fer, et l'oxide en en déplaçant de l'hydrogène, qui à son tour se substituant à l'eau oxidante du potassion réduit celui-ci en métal ; et cette eau, par un troisième effet, va dans son dégagement déplacer l'hydrogène d'avec une autre partie du fer et oxider ce métal. Il y a donc ici deux déplacemens d'hydrogène par l'eau et un d'eau par l'hy-

drogène ; et l'hydrogène, dont le dégagement suit de près la formation du métal et annonce que cette formation a en lieu, ne peut bien sûrement pas être produit par l'eau hydratante de l'oxide de potassion, dont le dégagement devrait précéder la réduction de l'oxide, s'il n'était repris et engagé par le potassion en échange de l'eau d'oxidation de celui-ci. Cette éthiologie du procédé chimique de la préparation du métal de la potasse est si vraie que l'oxide de potassion non-hydraté par de l'eau ne saurait, par aucun moyen, être réduit à l'aide du fer, et que cette réduction a lieu aussitôt que de la vapeur d'eau ou du gaz hydrogène est dirigé sur la matière en opération.

L'éthiologie du procédé n'est pas différente lorsque la potasse est réduite par la pile. Le fluide électrique décompose l'eau qui est interposée aux pôles de l'appareil, ou bien celle qui hydrate et dissout l'oxide, et l'hydrogène se substitue à cette double eau ainsi qu'à celle d'oxidation après que le fluide électrique a proportionné celle-ci de calorique dans son rapport d'eau ordinaire. La première décomposition de l'eau se fait ici par le fluide électrique en place d'être faite par le fer ; mais le déplacement de l'eau par l'hydrogène est le même, et cette eau, au lieu de se substituer, à son tour, à de l'hydrogène, se vaporise ou s'attache aux corps avec lesquels elle vient en contact, ainsi que cela a lieu dans la réduction de l'ammoniaque, avec le concours du mercure ; l'eau d'oxidation de l'alcali, déplacée par l'hydrogène, se condense en touchant au métal froid, et cette eau réoxide ensuite l'ammoniacon en alcali lorsque l'amalgame, soustrait à l'influence réductrice de la pile, vient à être agité. La nécessité que la potasse et les corps à réduire en gé-

néral soient humectés, est fondée sur l'indispensable décomposition de l'eau pour cet effet; et l'avantage que l'oxide soit dissout consiste en ce que l'eau de solution isole, d'avec l'oxide, celle d'hydratation. » —

4. L'hydrogène et la chlorine se combinent entre eux encore bien plus rapidement que l'hydrogène et l'oxigène. Pour faire cette combinaison, il suffit, comme il a été dit page 76, d'exposer à la clarté du jour un mélange de parties égales des deux gaz, tenu sur du mercure ou mis dans un récipient garni d'un robinet de sûreté et vide d'air. Au bout d'un certain temps, la chlorine aura perdu sa couleur et se sera combinée avec l'hydrogène. Si les gaz ont été libres de mélange avec de la vapeur d'eau, il ne se fera point de condensation notable, et le produit sera un fluide élastique particulier, qui est le gaz acide muriatique. En exposant le mélange aux rayons directs du soleil, il se fait une détonation, laquelle est aussi produite lorsqu'on allume le mélange par l'étincelle électrique. J'ai reconnu que, dans ce cas, le produit est le même : un en volume d'hydrogène s'unit à 1 en volume de chlorine, ou 1 en poids, à 33.5.

On peut prouver la nature du gaz acide muriatique aussi bien par l'analyse que par la synthèse.

Si dans un petit tube recourbé tenu sur le mercure on met un peu d'étain granulé, qu'on remplisse le tube avec du gaz acide muriatique et qu'on fasse fondre le métal, celui-ci sera converti en la même substance que s'il avait agi sur de la chlorine, c'est-à-dire, en liqueur de Libavius; et le gaz hydro-

gène étant exactement mesuré sera trouvé égal à la moitié du volume du gaz muriatique acide.

Ceux qui supposent que la chlorine est composée d'un corps inconnu et d'oxigène, conçoivent que le gaz muriatique acide est composé de la même substance hypothétique avec un quart de son poids d'eau; mais comme jusqu'à présent on n'a pu démontrer l'existence de l'oxigène dans la chlorine, de-même on n'a pu prouver la présence de l'eau dans le gaz muriatique acide. Ce gaz contient de petites quantités d'eau dans la vapeur de l'acide muriatique hydraté; mais on ne peut en séparer d'autre eau, sinon par des substances qui contiennent de l'oxigène; et la quantité qu'alors on en obtient est dans un rapport exact avec l'oxigène de ce corps et avec l'hydrogène contenu dans le gaz muriatique acide; et l'autre produit est le même que celui que la substance, combinée avec l'oxigène, donnerait *directement* par son action sur la chlorine.

Cinq grains d'oxide rouge de mercure étant échauffés jusqu'à l'incandescence donnèrent un pouce et un huitième cubes de gaz oxigène. On exposa cinq grains du même oxide à l'action du gaz muriatique acide dans un tube recourbé tenu sur le mercure et échauffé par le moyen d'une lampe à l'esprit de vin : il se forma du sublimé corrosif et de l'eau qui absorba du gaz acide muriatique ; et cinq pouces cubes de ce gaz disparurent ; et de cette quantité de gaz quatre pouces et demi, au moins, doivent avoir été décomposés par l'oxide du mercure, la chlorine s'unissant au métal, et l'hydrogène à l'oxigène. Le demi-pouce cube restant, comme il constera par ce qui sera bientôt allégué, est approchant la quantité qui doit avoir

été absorbée par l'eau. Le baromètre, pendant cette expérience, se soutenait à 30. 3 ; le thermomètre de Fahrenheit à 54°. Du sublimé corrosif est produit par la combinaison directe de la chlorine avec le mercure ; et, en bonne logique, on ne peut expliquer ces résultats qu'en supposant que le gaz acide muriatique soit composé d'hydrogène et de chlorine.

On peut aussi dire, et ce raisonnement aura pour lui toutes les analogies, que l'oxide de mercure, qui neutralise les acides comme le fait l'eau, et par la même quantité d'oxigène que ce liquide, se substitue à l'eau près de l'acide sec et forme un muriate sec; et lorsque l'acide muriatique simple agit sur l'étain, cette eau déplace son contenu en hydrogène d'avec le métal qu'elle oxide, et le métal oxidé s'engage avec l'acide sec, et forme du muriate sec qui est la liqueur fumante de Livabius ; et le muriate d'ammoniaque qu'on sublime avec du muriate de mercure à oxide, ainsi que le même sel qu'après l'avoir trituré avec le carbonate d'ammoniaque on soumet à la distillation, fournissent l'un et l'autre de l'eau ; les produits solides sont du muriate d'ammoniaque plusoxidé par du carbonate du même alcali, et le premier sel plusoxidé par du muriate de mercure ou le sel d'Alembroth. J'ai déjà annoncé ce fait dans le *Buchalz*.

On se procure le gaz acide muriatique, à l'usage des expériences, en versant de l'huile de vitriol sur certains sels, tels que le sel commun ou le sel ammoniac. Le gaz se dégage sans qu'il soit besoin d'appliquer la chaleur, et par le simple mélange des matières. On se sert d'une cornue tubulée dans laquelle on met le sel en morceaux et non en poudre, et on essuie le col de la cornue avec du papier brouillard, afin qu'un peu d'acide sulfurique ne salisse pas le mercure au-dessus duquel on doit recevoir le gaz.

Le gaz acide muriatique éteint subitement la flamme d'une chandelle : il rougit le papier sec de tournesol. Lorsqu'on le laisse se dégager dans l'air, il y produit

une fumée blanche en s'unissant à la vapeur d'eau de ce fluide : son goût est très-acide ; son odeur est piquante et désagréable.

La pesanteur spécifique du gaz acide muriatique est à celle de l'hydrogène à-peu-près comme 17 à 1. Cent pouces cubes de ce gaz, à une température et une pression moyennes, pèsent de 39 à 40 grains. Le gaz acide muriatique est rapidement absorbé par l'eau. Ce liquide, à la température de 40° Fahr., absorbe environ 480 fois l'égal de son volume de gaz, et forme une solution de gaz acide muriatique dans l'eau, dont la pesanteur spécifique est de 1, 2109.

Le gaz acide muriatique rougit le papier teint en tournesol, en vertu de l'affinité de l'acide sec avec la couleur et de l'eau avec le papier

La table suivante représente la quantité de gaz acide muriatique contenue dans des solutions de différente pesanteur spécifique ; elle a été dressée d'après des expériences faites sur mon invitation, par M. E. Davy, dans le laboratoire de l'institution royale (*), et dont je garantis les résultats.

(*) 45. 25 grains d'eau, à 43° Fahr., élévation du baromètre, 30.2, absorbent 34. 8 grains de gaz et forment une solution dont le poids spécifique est de 1. 21 ; et la totalité du gaz, étant précipitée par le nitrate d'argent, donne environ 131 grains d'argent corné sec.

D'un autre côté, 57. 5 grains d'eau à 44°, le baromètre étant 30. 1, augmente de près de 38 grains en absorbant du gaz acide et formant une solution dont la pesanteur spécifique est de 1. 2.

Le thermomètre étant 49° Fahr. ; le baromètre 29 ; 46. 5 grains d'eau, en absorbant 13. 4 grains de gaz, prennent une pesanteur spécifique de 1. 114. Les deux derniers résultats, lesquels sont annotés dans la table, s'accordent avec ceux obtenus par le calcul d'après la première expérience. Lorsque 150 grains de la solution la plus forte de l'acide muriatique dans l'eau étaient mêlés avec de l'eau distillée, l'une et l'autre à 63°, la température s'éleva jusqu'à 75° ; de sorte que la pesanteur spécifique réelle des solutions mêlées avec de l'eau est un peu plus forte que la moyenne, quoique

A une température de 45° Fahrenheit.		*Baromètre, 30.*
Cent parties d'une solution de gaz acide muriatique dans l'eau ayant une pesanteur spécifique de		En gaz acide muriatique, parties
1. 21	contiennent	42. 43
1. 20*		40. 80
1. 19		38. 38
1. 18		36. 36
1. 17		34. 34
1. 16		32. 32
1. 15		30. 30
1. 14		28. 28
1. 13		26. 26
1. 12		24. 24
1. 11*		22. 3
1. 10		20. 20
1. 09		18. 18
1. 08		16. 16
1. 07		14. 14
1. 06		12. 12
1. 05		10. 10
1. 04		8. 08
1. 03		6. 06
1. 02		4. 04
1. 01		2. 02

pas à un point qui puisse ne pas s'accorder avec l'usage de la table. Pour trouver la composition d'un acide dont la pesanteur spécifique n'est pas marquée dans la table, on cherche la différence entre les deux pesanteurs spécifiques les plus voisines dans la table, d, et la différence entre leurs quantités en gaz, b, comme aussi la différence entre la pesanteur spécifique donnée et celle la plus proche, c, alors d est à $b :: c : x$, ce qui, additionné avec la quantité de la pesanteur spécifique la plus basse, est la quantité cherchée du gaz acide.

Le composé d'eau et de gaz acide muriatique, lequel, dans ce gaz, se trouve sous forme de vapeur, et dont il a été parlé page 295, est probablement de la même nature que l'acide muriatique liquide le plus concentré à la même température; et, à 45°, ce composé doit contenir 57. 57 par cent d'eau. Cependant, dans les cas ordinaires, la quantité de cette vapeur est trop faible pour influencer, jusqu'à un certain point, les résultats des expériences sur le gaz acide muriatique; car j'ai trouvé que 200 pouces cubes de gaz à 75°, que l'on fit passer lentement par un tube étroit de verre refroidi jusqu'à 10° sous O de Fahr., n'augmenta pas d'un dix-huitième de grain le poids du tube: néanmoins on vit distinctement qu'il se déposa de l'eau.

5. Le nombre représentant l'hydrogène, d'après les détails donnés page 78, et d'après ceux qu'on vient de lire, ainsi que d'après ce qui résultera d'un grand nombre d'autres faits évidens, peut être considéré comme unité.

6. Parmi toutes les substances gazeuses, l'hydrogène offre le plus distinctement les caractères d'un élément; et, dans ses rapports chimiques et éléectriques, il est opposé à l'oxigène.

Son extrême légéreté et les petites quantités dans lesquelles il entre en combinaison rendent invraisemblable qu'il puisse jamais être résout en d'autres formes de matière pondérable par des moyens ou des procédés qui sont actuellement en notre pouvoir. Quelques phénomènes extraordinaires qui ont été expliqués d'après la supposition que l'hydrogène serait composé, et qui

seront rapportés ci-après, sont expliqués d'une manière plus satisfaisante en le regardant comme une substance simple, ou au moins comme une forme de matière élémentaire.

On se sert du gaz hydrogène pour remplir les ballons, et sa faible pesanteur spécifique le rend très-propre pour l'objet des expériences aérostatiques. C'est un principe important dans la composition de la matière animale et végétale; et il existe en plus ou moins grande quantité dans tous les corps organiques. C'est le corps qui donne la propriété de brûler avec flamme à toutes les substances employées à produire de la chaleur et de la lumière pour les besoins de l'économie domestique.

Si le gaz muriatique acide, en s'unissant à l'oxide de mercure, cédait son hydrogène à l'oxigène de l'oxide, une combustion aurait immanquablement lieu, à cause que dans ce corps l'oxigène existe avec plus de calorique que dans l'eau, lequel calorique commencerait par être séparé à charge de devoir être repris par le gaz muriatique oxigéné qui, de sa combinaison avec l'hydrogène, lequel est un semi-oxigène, passerait à celle avec un thermoxigène.

Si l'acide muriatique, en s'unissant à la matière colorante végétale et aux substances organisées en général dans les sels thénardiens, s'engageait à sec et déplaçait en même-temps l'eau d'organisation d'avec ces corps, il aurait, dans ces unions, fait un pas vers son hydrogénation en combustible acidifiable; et il vaudrait peut-être la peine de réunir une certaine quantité de ces substances muriatisées, sur-tout de muriate de couleurs, pour, à l'aide de l'hydrogène, et après son parfait déséchement, en tenter l'ultérieure réduction. La couleur est du carbone organisé, ayant plus d'hydrogène en raison de moins d'eau, et l'acide saurait difficilement s'engager avec un tel corps autrement que par une tendance à l'hydrogénation; et l'insolubilité absolue des sels thénardiens dénote que ces corps ne sont pas hydratés. L'eau d'organisation du carbone, si elle restait avec ce corps, pourrait seule s'opposer au succès de l'opération.

En voulant réduire encore davantage le nombre des élémens, on pourrait prétendre qu'une matière unique sursaturée de calorique forme le gaz hydrogène, et sousaturée du même agent le gaz oxigène; et l'eau serait un proportionnément intermédiaire à ces deux, et serait unie, dans ses élémens, par l'excès en calorique de l'un et le défaut en ce même agent de l'autre; mais j'ai fait voir qu'une combinaison binaire ne se forme qu'en égales proportions, et ne peut, par conséquent, exister par surcombinaison ou souscombinaison, ou que 1 de matière ne peut saturer que 1 de calorique, et réciproquement; et que quand un engagement entre deux corps a lieu en différens rapports, l'on des corps, au moins, doit déjà être composé. D'ailleurs, dans ce cas, la soustraction du calorique à l'hydrogène devrait le sous-proportionner en oxigène, comme l'addition du calorique à ce dernier le surproportionnerait dans le premier : ce que jusqu'à présent on n'a pu supposer arriver.

III. *De l'azote ou gaz nitrogène.*

1. L'azote fut découvert, en 1772, par le docteur Rutherford. On peut se le procurer en séparant l'oxigène d'avec l'air atmosphérique, de la manière qu'on l'a décrit page 374. On peut l'obtenir directement en faisant dissoudre des matières animales, telles que du gluten ou de la fibre musculaire, dans de l'eau forte affaiblie, ou dans de l'acide nitreux fumant mêlé avec dix ou douze fois son poids d'eau. On peut le recueillir sur de l'eau.

L'azote éteint la flamme; il se laisse très-peu absorber par l'eau, ce liquide, conformément aux expériences du docteur Henry, n'en prenant que 1 soixante-quinzième de son volume. Sa pesanteur spécifique, selon qu'il a été dit page 79, est à celle de l'hydrogène comme 13 à 1. Cent pouces cubes de gaz azote, à une température et une pression moyennes, pèsent de 29 à 30 grains. Suivant Biot et Arrago sa force réfringente est de 58976.

Suivant le docteur Crawford, sa capacité pour contenir la chaleur est de 77936.

L'azote est un combustible acidifiable analogue au soufre, au carbone, etc.*, avec la différence qu'il est constamment à l'état de gaz, et que sa surhydrogénation le convertit en oxide métallique qui est un alcali. Comme le carbone, par une combinaison directe d'eau avec son acide, sans déplacement de son hydrogène, s'organise en matière végétale, de même l'azote, par une combinaison semblable avec l'eau, s'organise en matière atmosphérique et en matière animale. Il est susceptible de deux degrés d'oxidation de plus que le soufre et le phosphore, et d'un degré d'oxidation de plus, mais d'un d'acidification de moins que le carbone, et son acide est liquide tandis que l'acide du carbone, qui est le corps le plus fixe connu, est à l'état de gaz, et que l'acide du phosphore, qui est volatil, est absolument fixe, et que celui du soufre, qui est moins volatil que le phosphore, est encore volatil. Je cite cette différence afin de faire voir que la forme ne décide en rien de la nature des corps.

L'azote a encore de différent avec les combustibles acidifiables que l'hydrogénation le convertit en un alcali, tandis que sur un autre combustible acidifiable elle développe un acide, et que l'hydrogène se combine avec l'oxigène de son acide de manière à en déplacer du calorique, pendant que cette combinaison avec les autres combustibles acidifiables demande une adjonction du même agent ; et l'azote hydrogéné est jusqu'ici le seul de ces corps qui soit désoxidable en métal, lequel à l'état réduit est aussi indécomposable qu'aucune autre substance de la même nature ; et un caractère encore remarquable c'est que par plus d'hydrogène, d'un acide sec hydrogéné qu'il était, il devient un oxide et bien un oxide de métal ; cet oxide a aussi de particulier d'être constamment à l'état de gaz.

L'azote est le plus important de tous les corps, étant la base seule de l'air, et une des bases de l'existence animale, le radical de l'acide nitrique et de l'ammoniaque, formant deux gaz oxides du plus grand intérêt pour les expériences de chimie, et enseignant, dans son état hydrogéné et réduit, la composition d'un métal. Tout, en un mot, ce qui provient de l'azote, joint aux propriétés les plus curieuses les usages les plus précieux.

Peut-on appeler oxide le gaz azote oxigéné à un premier degré ? Je ne le

pense pas, d'autant plus que près des acides il ne remplit pas la fonction des corps de cette qualité, mais bien celle d'un acide près des oxides. Le gaz nitreux peut, à encore moins forte raison, être regardé comme un oxide, malgré qu'avec l'acide nitrique il forme une sorte de sel qui est l'acide nitreux; ces gaz, qui sont des acides secs hydratés par de l'eau plus ou moins sursaturée d'hydrogène, ne peuvent pas devenir des oxides par la soussaturation de l'hydrogène, qui chez eux est déjà de surcombinaison, et la formation de l'ammoniaque prouve que c'est d'hydrogène plutôt que d'oxigène que l'azote a un défaut pour devenir oxidé.

Si l'on considérait l'oxide gazeux d'azote et le gaz nitreux comme des corps oxidés, ce seraient des thermoxides, puisqu'ils sont réductibles par le feu; et sous ce rapport et vu la qualité vice-plusoxidante de l'hydrogène de l'azote, on peut supposer que l'oxigène qui s'y combine est de la même qualité, et que, sinon l'oxide d'azote, dumoins le gaz nitreux est plusoxidé par l'oxigène; ce qui explique la facilité avec laquelle ce principe peut lui être enlevé par les divers moyens qui le transforment en gaz azote oxidé.

Je ne sais si l'on ne peut pas considérer ce dernier gaz comme plusoxidé par la même quantité d'oxigène, en ce principe libre, que l'azote l'est dans l'air par de l'oxigène libre et par le même principe oxidé en eau, ou par les oxigènes réunis de son eau d'oxigénation et de sa plusoxidation aux temps des pluies.

2. Il existe plusieurs composés contenant différentes proportions d'azote et d'oxigène, dont trois ont déjà été mentionnées page 78. On peut plus facilement démontrer leur nature par l'analyse que par la synthèse. Cependant, le plus important de ces composés, l'acide nitreux uni à l'eau, peut être fait par la combinaison directe de l'azote et de l'oxigène avec ce liquide.

Le docteur Priestley reconnut que, par le passage de l'étincelle électrique à travers un mélange d'azote et d'oxigène tenu sur l'eau, il se formait un acide,

et M. Cavendish prouva, par une suite de belles expériences, que ces deux gaz se combinaient avec l'eau et formaient le même acide que celui que l'on obtient du nitre par le moyen de l'huile de vitriol. Les autres composés d'azote et d'oxigène sont toujours formés par la décomposition de cet acide ou de quelques-uns de ses composés ; mais comme l'acide nitreux existe en différens états, le détail de ses propriétés sera plus facile à comprendre après que les combinaisons plus simples d'azote et d'oxigène auront été décrites.

3. L'oxide nitreux, qui est le composé de l'azote dans lequel il entre le moins d'oxigène, fut découvert, en 1772, par le docteur Priestley, et fut nommé par lui air nitreux déphlogistiqué.

L'oxide nitreux est une substance gazeuse laquelle, comme il a été dit page 69, peut être obtenue en échauffant le nitrate d'ammoniaque dans une cornue de verre, à la lampe d'Argand. On peut également se le procurer par la dissolution du zinc dans de l'acide nitrique très-affaibli; mais, dans ce cas, il n'est pas pur.

On peut conserver l'oxide nitreux sur l'eau : cependant ce liquide l'absorbe et en prend environ 9 dixièmes de son volume ; c'est pourquoi, dans des expériences exactes, on doit le recueillir sur le mercure.

On connait son degré de pureté par la quantité qui en est absorbée par l'eau.

L'oxide nitreux manifeste les propriétés suivantes : une chandelle allumée qu'on plonge dans ce gaz brûle avec une grande vivacité, et la flamme s'entoure, peu-

à-peu, d'un cercle bleuâtre. Le phosphore peut y être fondu et sublimé sans qu'il s'enflamme; cependant, si tandis qu'il brûle vivement il est introduit dans le gaz, sa flamme devient beaucoup plus brillante. Le soufre et la plupart des autres combustibles ont besoin, pour brûler dans ce gaz, d'être beaucoup plus chauffés que pour brûler dans le gaz oxigène ou dans l'air atmosphérique.

Sa pesanteur spécifique, conformément à mes expériences, est à celle de l'hydrogène à-peu-près comme 21 à 1. Cent pouces cubes de ce gaz, à une température et une pression moyennes, pèsent de 48 à 49 grains.

Son goût est douçeâtre et son odeur faible, mais agréable.

On peut le respirer malgré qu'il ne soit pas propre à entretenir la vie. J'ai reconnu, en 1799, que lorsqu'on le respirait on en éprouvait les mêmes effets que des boissons spiritueuses; c'est le plus souvent un empoisonnement passager ou une forte exaltation qu'il produit. Toutefois, comme on peut s'y attendre, les personnes qui font cette expérience sont différemment affectées suivant leur tempérament.

La nature de l'oxide nitreux résulte de l'expérience rapportée page 69. Un en volume de gaz hydrogène décompose 1 en volume de ce gaz : il se forme de l'eau, et il reste 1 en volume de gaz azote.

Ou bien, si du charbon parfaitement brûlé est mis

en combustion dans un volume de ce gaz, à l'aide d'un verre ardent, cette quantité donnera plus de gaz acide carbonique qu'un demi-volume de gaz oxigène; et après que le gaz acide carbonique aura été absorbé, il restera 1 en volume de gaz azote; de sorte que l'oxide nitreux est composé, en poids, de 26 d'azote et de 15 d'oxigène.

4. Le docteur Hales avait déjà fait mention du gaz nitreux; mais c'est Priestley qui, en 1772, en décrivit le premier les propriétés comme fluide élastique particulier. Il se dégage pendant la dissolution de plusieurs corps dans l'acide nitrique; le sucre, l'argent, le mercure, le cuivre, le bismuth le produisent très-rapidement: on préfère le cuivre limé; on fait le dégagement dans une cornue ou une bouteille auxquelles est adapté un tube. Si c'est l'acide du commerce qu'on emploie, on doit l'étendre de 6 ou 8 fois son poids d'eau. On peut aider le dégagement du gaz par une légère chaleur.

On peut recevoir le gaz nitreux sur l'eau, qui n'en absorbe qu'environ 1 vingt-sixième de son volume; cependant, pour des expériences exactes on doit le recueillir sur le mercure.

Pour s'assurer du degré de pureté du gaz nitreux, on l'agite en contact avec une solution de sulfate vert de fer qui l'absorbe aussitôt.

En ouvrant dans l'air un flacon contenant du gaz nitreux, il paraît des vapeurs rouges. Une chandelle allumée qu'on y plonge est à l'instant éteinte.

Du

Du soufre en combustion s'y éteint ; mais le phosphore continue d'y brûler avec beaucoup d'éclat. On ne peut, à l'aide de l'étincelle électrique, le faire brûler avec le gaz hydrogène.

Sa pesanteur spécifique est à celle de l'hydrogène comme 14 est à 1. Cent pouces cubes de ce gaz pèsent environ 32 grains.

Comme à l'instant de son contact avec l'air il s'unit à l'oxigène, en formant des vapeurs rouges qui sont du gaz oxide nitreux, on ne peut savoir s'il est respirable ni s'il a du goût ou de l'odeur.

On a déjà fait connaître la composition du gaz nitreux à la page 69.

Plusieurs métaux qu'on échauffe en contact avec le gaz nitreux le décomposent. De ce nombre sont l'arsénic, le zinc et le potassion en excès : il oxide ces corps et laisse un résidu de la moitié de son volume d'azote. Dans une expérience où je décomposai une petite quantité de gaz, en y faisant rougir du charbon à l'aide d'un verre ardent, je trouvai qu'il donnait un demi volume de gaz acide carbonique et un demi volume de gaz azote (voyez page 68), de manière qu'il consiste en 26 d'azote et 30 d'oxigène.

Lorsqu'on tient le gaz nitreux en contact avec certains corps, tels que les sels appelés sulfites, la dissolution de l'étain dans l'acide muriatique ou les solutions des sulfures alcalins, il se convertit en oxide nitreux. J'ai trouvé que, lorsque des expériences de

cette nature sont faites avec précision, deux en volume de gaz nitreux se transforment en un en volume d'oxide nitreux, circonstance qui s'accorde parfaitement avec les proportions de l'oxigène et du nitrogène dans ces deux gaz.

5. Il a déjà été dit que la vapeur rouge qui résulte du mélange du gaz nitreux avec le gaz oxigène est due à la production du *gaz acide nitreux.*

Il n'est pas facile de s'assurer de la nature précise du changement qui a lieu dans ce mélange, le composé qui est formé agissant aussi bien sur le mercure que sur l'eau; et au-dessus de ce liquide on peut faire que les deux gaz se condensent dans des proportions très-différentes. En ajoutant de grandes quantités de gaz nitreux à de petites quantités de gaz oxigène, et en faisant le mélange dans des cloches larges, il disparaît de deux à trois en volume de gaz nitreux pour un de gaz oxigène. Lorsque, au contraire, de grandes quantités de gaz oxigène sont mêlées à de petites quantités de gaz nitreux contenu dans des tubes étroits, l'absorption est de 1 à 1.5, en volume, et de 2 de gaz nitreux. D'après une suite d'expériences sur la décomposition du nitre, et sur le mélange des gaz nitreux et oxigène, conduites avec une grande précision et faites dans des récipiens vides d'air, et garnis de robinets de verre, je suis porté à croire que l'acide obtenu au-dessus de l'eau, par la condensation du gaz nitreux et du gaz oxigène, n'est jamais pleinement saturé d'oxigène, et que le liquide, ayant une couleur pâle, qu'on nomme acide nitrique, consiste en eau unie à deux en volume de gaz nitreux, et un et demi,

également en volume, de gaz oxigène; et on peut faire absorber par cet acide, suivant qu'il est plus ou moins dilué, différentes quantités de gaz nitreux, ce qui le fait devenir jaune, bleu, orangé ou vert-bleuâtre; et, dans ce dernier état, il est saturé de gaz nitreux.

En mêlant ensemble, dans un récipient vide d'air, deux parties de gaz nitreux et une partie de gaz oxigène, privés d'humidité, la condensation est d'environ la moitié du volume; et il se forme un fluide élastique de couleur orangé-foncée que l'on peut nommer *gaz acide nitreux*.

Ce gaz acide a les propriétés suivantes : la flamme d'une chandelle y acquiert une très-graude vivacité; le soufre enflammé s'y éteint, mais le phosphore continue d'y brûler avec éclat.

L'étain, le cuivre et le mercure ne produisent, sur ce gaz, qu'une faible action; du fer rougi jusqu'au blanc y dérougit promptement.

Du charbon allumé continue d'y brûler avec une lumière rouge obscure.

En portant le gaz acide en contact avec l'eau, il s'en fait une prompte absorption, et l'eau prend une teinte de vert.

Son odeur est très-désagréable et son goût est acide. Appliqué sur des substances animales, il les jaunit; il fait rougir le papier de tournesol.

En estimant, d'après la condensation, la pesanteur

spécifique du gaz acide nitreux, on trouve qu'elle est à celle du gaz hydrogène comme environ 28 à 1; et à une température et une pression moyennes, 100 pouces cubes de ce gaz pèsent 65.3 grains.

6. J'ai assayé d'obtenir un fluide élastique permanent, composé de 2 parties de gaz nitreux, en volume, et et de 1.5 de gaz oxigène, en mêlant le second gaz en excès avec le premier; mais la condensation était toujours de nature à indiquer qu'il se formait du gaz acide nitreux, et la couleur était orangé-obscure; de sorte que l'existence de l'acide nitrique, comme corps pur et consistant en 2 de gaz nitreux et 1.5 de gaz oxigène, est problématique. Il est probable que la combinaison gazeuse des gaz nitreux et oxigène contient toujours 2 du premier gaz et 1 du second; et l'engagement avec une base, telle que l'eau, les alcalis ou les oxides, semble être requise pour que l'union de 2 de gaz nitreux avec 1.5 de gaz oxigène puisse subsister.

M. Gay-Lussac suppose qu'il existe un composé de trois parties de gaz nitreux (*) et d'une partie de gaz oxigène, susceptible de se combiner, sans décomposition, avec l'eau et avec les alcalis. J'ai fait plusieurs expériences sur ce sujet, mais je n'ai jamais pu parvenir à

(*) On a dit que cette combinaison ne peut être opérée que lorsque le gaz est en contact avec une large surface d'eau; ce qui prouve, ou que l'air contenu dans l'eau est comprise dans la condensation, ou que l'eau absorbe du gaz nitreux. La large ouverture du vase ne peut avoir de l'influence sur le composé qui est formé, et que M. Gay-Lussac suppose s'absorber rapidement par l'eau. (Mémoire de la Société d'Arcueil, tome 2, page 241.)

composer un acide nitrique fortement coloré, qui contînt plus de 2 de gaz nitreux sur 1 de gaz oxigène, en volumes. Lorsqu'on introduit du gaz acide nitreux dans des solutions alcalines, une portion de gaz nitreux est toujours expulsée, et lorsque 1 en volume de gaz oxigène est mêlé avec 2 en volume de gaz nitreux, et qu'on ajoute du gaz azote sec pour marquer la condensation, de nouvelles additions de gaz nitreux sec n'y produisent plus de changement.

On prépare l'eau forte ou l'acide nitrique dont on se sert pour les opérations de chimie en faisant distiller de l'huile de vitriol sur du nitre. On prend environ 2 parties de ce sel pour 1 partie d'huile de vitriol, on met ce mélange dans une cornue, on y adapte un récipient et on l'échauffe au bain de sable. Pendant la distillation, on rafraîchit le récipient en le tenant couvert d'un draps mouillé. L'acide qu'on obtient est ordinairement coloré, mais il pâlit par le contact de l'air. Lorsque le nitre est sec, la pesanteur spécifique de l'acide est de 1. 520 à 1. 55. Cette substance agit avec une grande énergie sur tous les métaux anciennement connus, excepté l'or et le platine, et enflamme les huiles volatiles. Lorsqu'à l'état de vapeur on le pousse à travers un tube de porcelaine incandescent, il laisse dégager du gaz oxigène et se résout en gaz nitreux, et l'acide résidu éprouve le même effet que s'il avait été mêlé avec de l'eau; de sorte que par cette expérience il est prouvé que l'acide nitrique consiste en oxigène, en gaz nitreux et en eau. J'ai reconnu que 4 en volume de gaz nitreux et 2 de gaz oxigène, étant condensés par l'eau, absorbaient 1 en volume de gaz oxigène pour devenir de l'acide nitrique.

7. Il serait déplacé de vouloir dans un livre élémentaire entrer dans de grands détails sur toutes les expériences qui ont été faites dans la vue de déterminer les quantités d'eau qui existent dans des acides de différente force.

D'après mes expériences comparées avec celles de Kirwan, Wenzel et Berthollet, je suis porté à croire que l'acide nitrique le plus fort contient de 14 à 15 pour cent d'eau ; et cet acide, conformément aux principes de la nomenclature française, doit être appelé : *acide hydro-nitrique*.

L'eau forte ou l'acide hydro-nitrique, lorsque sa pesanteur spécifique est au-dessous de 1. 4, se laisse concentrer par l'ébullition, tandis qu'elle s'affaiblit par ce moyen lorsque sa concentration surpasse 1. 45. Suivant M. Dalton, l'acide de 1. 42 passe à la distillation sans s'altérer à une chaleur de 248 ° Fahr. Il est probable que l'acide de 1. 55 consiste en une proportion d'acide et en une proportion d'eau, et que celui qui à 248° se vaporise sans s'altérer contient une proportion d'acide et deux d'eau.

L'acide nitrique qui se concentre par la chaleur, laisse échapper de l'eau de solution : celui qui passe à la distillation sans se séparer de l'eau, est saturé par ce liquide dans son affinité de plusoxidation, et l'acide qui se vaporise de préférence à l'eau est sonspluoxidé ou surcombiné à de l'acide saturé d'eau de plusoxidation. Après que cette portion de l'acide s'est vaporisée, comme après la vaporisation de l'eau de solution, l'acide restant passe dans le récipient sans se décomposer. Ces faits sont très-intéressans pour la théorie. Lorsque de l'acide tartareux, par de successives évaporations faites dans la vue de l'obtenir cristallisé, est réduit à sa stricte eau de plusoxidation, une chaleur inférieure à sa décomposition désorganisante, quoique entretenue pendant plusieurs jours, ne peut plus en dégager la moindre portion d'eau. Cette observation est de M. Verbert.

Si l'on considère le gaz nitreux comme étant représenté par 56, c'est-à-dire, par une proportion d'azote et deux d'oxigène, 26 et 30, alors le gaz acide nitreux sera représenté par 86 ou par un d'azote, 26, et quatre d'oxigène, 60; et 101 sera le nombre pour l'acide contenu dans les acides pâles et dans les sels appelés nitrates, et sera composé de 1 d'azote et de 5 d'oxigène; et l'acide le plus fort contiendra 17 d'eau sur 101 d'acide, et l'acide de 1, 42, contiendra 34 d'eau et 101 d'acide.

L'acide hydro-nitrique est d'un grand usage dans les arts: on l'emploie en médecine, et on s'en sert pour dissoudre les métaux et pour graver. Il entre dans les composés à l'usage de la teinture, et forme une des parties constituantes du nitre, qui est le principal ingrédient de la poudre à canon.

8. Le gaz azote et la chlorine n'exercent l'un sur l'autre aucune action chimique dans quelque circonstance qu'on les place à cet effet.

J'ai fait éclater, pendant quelques minutes, à travers un mélange des deux gaz contenus dans un vaisseau fermé, la flamme voltaïque de 1000 doubles plaques; mais l'azote ne subit aucun changement, et il ne s'effectua pas la moindre combinaison.

— On annonce une combinaison entre le gaz muriatique oxigéné et l'ammoniaque, qui se présente sous la forme d'un liquide huileux jaunâtre et qui est extrêmement sujète à détoner.

Un chimiste de Paris, nommé Dulong, paraît être

l'auteur de cette découverte, malgré que Vauquelin, pendant un travail fait en commun avec Fourcroy, avait déjà obtenu la même huile, mais sans qu'il ait examiné sa nature, et heureusement sans qu'il ait couru le danger de ses effrayans effets.

Un an après que M. Dulong eût consigné au bureau de l'institut la recette du composé détonant, de jeunes chimistes de Cambridge, et entre autres M. Burton, s'occupant d'expériences touchant l'action du gaz muriatique oxigéné sur le nitrate d'ammoniaque, obtinrent le même produit; et presque en même temps l'auteur du texte, le recherchant d'après des renseignemens reçus de France, le découvrit également, et en examina les propriétés conjointement avec M. Childeren.

On obtient cette huile en faisant réagir du gaz muriatique oxigéné, soit sur de l'ammoniaque liquide, soit sur un sel ammoniacal, que l'acide muriatique simple puisse ou non le décomposer. On préfère le muriate d'ammoniaque, que l'on dissout dans 20 fois son poids d'eau, et dans lequel on fait dégager du gaz muriatique oxigéné jusqu'à ce qu'il y soit en excès. La solution devient trouble par la formation du liquide oléiforme, et celui-ci se dépose bientôt après au fond de la liqueur. On doit soustraire, le plutôt possible, le produit à l'action du muriate d'ammoniaque qui tend à le décomposer. Il s'élève, pendant l'opération, de la liqueur un nombre de bulles gazeuses que l'on suppose être de l'huile aériforme composée dans un différent rapport entre ses élémens. On ne l'obtient pas lorsqu'au lieu de dégager le gaz muriatique oxigéné

dans la solution on renverse une cloche qui en est remplie au-dessus de celle-ci. Le gaz huileux monte dans le gaz muriatique oxigéné, et, par la réaction continuée de ce gaz, il se transforme en huile plus limpide qui surnage l'eau, mais qui après va également occuper le fond de la liqueur. L'huile qui dans l'autre procédé trouble la solution en la rendant légèrement laiteuse paraît se trouver dans le même état de limpidité.

En opérant sur l'ammoniaque liquide, on doit dégager le gaz dans l'alcali et non l'alcali dans le gaz; car dans ce dernier cas, comme les chimistes hollandais l'ont depuis long-temps expérimenté, toute l'ammoniaque est décomposée.

Cependant si, pour la réaction entre l'alcali et le gaz oxigéné, celui-ci est en défaut, il ne se forme pas de composé, et le gaz oxigéné s'hydrogène en acide simple aux dépens de l'ammoniaque; ce qui forme alors du muriate ordinaire de cet alcali; d'où l'on peut conclure que l'huile est le produit du gaz oxigéné qui transmet son oxigène à ce sel; et il semblerait en résulter que le liquide est du muriate sec d'ammoniaque vice-hydraté, mais non dissout par de l'oxigène: ce qui est aussi le sentiment de M. Berzelius qui le regarde comme du muriate d'ammoniaque suroxigéné.

Si telle est en effet la composition de ce corps, il faut que dans le procédé avec le muriate le gaz oxigéné cède son oxigène à ce sel, en remplacement de son eau, et en remplaçant lui-même son oxigène

par ce liquide ; et dans ceux avec d'autres sels ammoniacaux, il faut que ces substances soient déplacées dans leur acide par le gaz oxigéné indécomposé. L'action des combustibles sur le produit dénote que de l'oxigène faiblement engagé en fait partie ; et le muriate sec, qui ne peut exister sans hydratation, doit se résoudre en ses élémens dès l'instant qu'un corps qui ne peut lui fournir de l'eau lui enlève de son oxigène de vice-hydratation, ou que de la chaleur tend à en séparer ce principe. Le premier effet du combustible élève assez la température pour que le restant du sel soit spontanément désuni, l'hydrogène de l'ammoniaque formant, avec l'oxigène, de l'eau par laquelle l'acide sec s'hydrate, et l'azote se mettant en dégagement. On sait que le mélange de gaz muriatique oxigéné et de gaz hydrogène détone, lorsque, par la lumière du soleil ou par une chaleur rouge, il est subitement combiné, ce qui provient du calorique très tendu que l'hydrogène déplace d'avec l'oxigène, et qui élastifie assez l'eau pour lui faire entraîner l'acide dans son expansion. Ici, il s'élastifie en outre un gaz qui, en vertu de son contenu en oxigène, possède un grand ressort.

Cependant, quelques phénomènes que je dois encore revoir me portent à regarder l'huile détonante comme un corps analogue au gaz oléifiant, mais par la surcombinaison d'un principe différent de l'eau. On sait que le composé du gaz oléifiant, celui au-moins qui va au fond de l'eau, est un muriate d'oxide végétal ou de carbone hydrogénement organisé par de l'eau en vertu de son hydrogène propre. Ce gaz aussi, en se formant, trouble d'abord l'air, nage sur l'eau sous l'apparence d'une huile limpide, s'épaissit ensuite et des-

cend au fond du vase ; c'est un sel thénardien à oxide végétal. L'huile détonante, au contraire, est de l'azote oxigénement organisé par de l'eau en vertu de l'oxigène accédant ; et il forme également un sel de Thénard, mais avec oxide atmosphérique, lequel, comme on sait, appartient à un règne organisé par de l'oxigène, tandis que le règne végétal est organisé par de l'hydrogène, et que le règne animal, qui consiste dans la réunion de ces deux, est organisé par de l'eau.

Il est à remarquer que l'huile ne se forme qu'en contact avec l'eau, qui a besoin de déplacer l'oxigène d'avec l'acide muriatique pour que celui-ci puisse passer en combinaison avec l'oxide atmosphérique. Cet oxide, comme celui végétal, doit en outre prendre de l'eau pour son organisation.

Dans la formation de l'huile par le gaz oléifiant, l'hydrogène de solution de ce gaz sature en eau l'oxigène que le carbone organisé déplace d'avec l'acide sec, et le carbone hydrogéné ou vice-hydraté par l'hydrogène, s'organise par l'eau qui en résulte ; et dans la formation de l'huile par l'ammoniaque, cet alcali cède également son hydrogène à l'oxigène et s'organise par l'eau qui se forme, et l'oxigène d'une autre portion du gaz, laquelle est déplacée dans ce principe, par l'eau, le vice-hydrate pour ce corps. C'est l'eau d'organisation qui, au moment où l'huile se décompose, hydrate l'acide sec en acide ordinaire. Si l'on pouvait appliquer à l'air atmosphérique du gaz muriatique sec, il est très-probable qu'il en résulterait du gaz détonant. L'huile formée par l'ammonia-

que liquide est, suivant M. Davy, moins volatile, blanche et terne; et elle se forme plus rapidement que celle par le nitrate, le muriate ou l'oxalate; elle peut aussi moins long-temps se conserver, ce qui peut dépendre de ce que l'ammoniaque pure est plus facile à être désunie; et cela serait d'accord avec l'idée que l'oxigène passe du gaz oxigéné au muriate, ou que ce gaz décompose les autres sels à base d'ammoniaque.

L'huile se décompose avec explosion par tous les corps combustibles qui sans pouvoir fournir de l'eau à son acide ou à son muriate secs, tendent à lui enlever l'oxigène; de ce nombre sont le phosphore, les huiles, etc., tandis que l'éther, l'alcohol, etc., qui ont de l'eau, et sur-tout ce liquide avec l'aide de la chaleur, le résolvent paisiblement en ses principes. J'ai déjà dit que la chaleur le désunit. A un froid de 30° F.; il se fige en consistance de beurre.

L'odeur du nouveau corps est désagréable et analogue à celle du gaz carbonico-muriatique. Sa vapeur affecte douloureusement les yeux. A la température habituelle de l'air, il se dissout dans ce fluide; et dans le vide il se maintient à l'état de gaz. Il n'agit point sur les métaux oxigènes, tandis que sous l'eau, le mercure en est oxidé et salifié en muriate. Cependant, le cuivre le décompose également sous l'eau; il se dégage de l'azote et il se forme du muriate de ce métal. Les muriates secs semblent en reprendre le sel sec avec déplacement de l'oxigène.

M. Davy, dans l'opinion que l'huile détonante consiste en azote uni à de l'acide muriatique oxigéné, le nomme *azotan*; et il suppose que, par sa décomposi-

tion spontanée, il se résout en ces corps ; cependant lorsqu'un corps combustible lui enlève le gaz oxigéné, ce devrait alors être l'azote seul qui produit la détonation; mais la lumière très-vive qui se développe pendant qu'il se décompose sans addition ne peut provenir que d'une combustion ou d'oxigène de solution qui se sépare d'avec du même principe d'hydratation, dans lequel cas le calorique codissolvant se libère ; mais de l'oxigène ou du gaz muriatique oxigéné qui voudrait se séparer d'avec l'azote ne pourrait le faire sans que l'hydrogène de ce corps n'en soit déplacé par du calorique. La combustion a lieu entre l'hydrogène de l'azote organisé et l'oxigène de l'acide, et l'engagement d'hydratation avec l'acide sec, que l'eau formée contracte, en augmente encore l'effet. Un tel composé ou de l'azotan serait analogue aux combinaisons de Thomson et de Gay-Lussac et Thénard, entre le gaz muriatique oxigéné et le soufre ou le phosphore, sur lesquelles la chaleur n'a nul effet. La lumière du fusil à vent à laquelle M. Davy compare celle qui est dégagé par l'huile est produite en vertu de la compression de l'air ordinaire par le même fluide condensé qui se remet en expansion.

Le composé détonant qui est volatil, et qui, à une chaleur convenable, passe à la distillation, ne saurait être du muriate suroxigéné d'ammoniaque, comme M. Berzelius paraît le croire, mais bien un sel thénardien dont plusieurs, comme on sait, sont vaporisables par la chaleur. On peut supposer aussi que, dans le composé détonant, l'oxigène du gaz oxigéné oxide en eau l'hydrogène de l'ammoniaque, et que ce liquide se substitue près de l'acide de l'azote à l'hydrogène de

ce corps ; ce qui formerait de l'azote organisé en matière animale ; et que l'acide sec qui a produit la combinaison s'engage avec ce corps, ou que, remplacé dans son oxigène par l'eau, il s'isole et laisse du gaz oxigéné contracter cet engagement. Le calorique que dépose l'oxigène du gaz oxigéné en s'hydrogénant en eau doit concourir à l'organisation de l'azote, comme la lumière du soleil concourt à celle du carbone dans les plantes, et il doit se substituer à l'hydrogène près de l'acide sec nitrique, pour que l'eau puisse s'interposer entre ces deux corps. L'effet doit être moindre que dans l'acidification immédiate d'un combustible acidifiable par une chaleur rouge et de l'eau, à cause qu'ici l'hydrogène n'est pas amoviblement séparé ; de-même, la lumière du soleil, jointe au calorique dégagé par la surhydrogénation en résines, huiles, couleurs et odeurs, serait insuffisante pour déterminer le déplacement de l'hydrogène jusqu'à la formation de l'acide carbonique, mais elle suffit pour organiser le carbone en aidant l'interposition de l'eau entre l'acide sec et l'hydrogène de ce corps.

Le peu de chaleur qui se dégage pendant la formation de l'huile peut faire croire que les choses ont lieu de cette manière, et, dans ce cas, ce serait l'hydrogène du carbone qui, reprenant près de l'acide de ce corps sa place en substitution de l'eau, donnerait production au phénomène de feu, lorsque par la chaleur l'oxide azotique se désorganise en azote et en eau, de la même manière que le fait l'hydrogène lorsque près de l'acide sec sulfurique il se résubstitue à l'eau.

Dans l'expérience où les chimistes hollandais ont ob-

tenu de l'hydrogène libre en faisant agir du gaz muriatique oxigéné sur de l'ammoniaque, le calorique dégagé qui n'a pu servir à l'organisation de l'azote a été employé au déplacement de l'hydrogène d'avec ce combustible dans l'ammoniaque.

Cependant en considérant l'huile comme du muriate simple d'oxide organisé d'azote, et non comme du même muriate oxigéné, on expliquerait difficilement de quelle manière le composé oxide, et dissout les métaux, et brûle si vivement avec le phosphore. —

— « Les combinaisons de l'oxigène avec l'azote, comme toutes celles qui subsistent par une forte substitution d'hydrogène à du calorique, sont plus faciles à désunir qu'à unir, par la raison très-simple qu'on peut plus facilement ajouter qu'enlever du calorique à un corps ; et ici la forme gazeuse augmente la difficulté.

On oxide immédiatement jusqu'à l'acidification l'azote lorsqu'en mélange avec du gaz oxigène, et tandis qu'il est en contact avec l'eau, on le traite par l'étincelle électrique. Ce combustible a de commun avec le soufre de ne pas s'acidifier en *ique* sans qu'il puisse s'hydrater au complet par un supplément d'eau. On peut supposer que l'eau se substitue près de l'acide nitrique sec à l'hydrogène déplacé par le calorique et que l'oxigène réoxide en eau ; ce qui ferait de l'acidification de l'azote le résultat d'une double attraction.

L'électrisation de l'azote en mélange avec de l'oxigène ne produit pas des degrés d'oxidation inférieurs à celui de l'acide.

La facile décomposition de l'acide nitrique provient en grande partie des nombreux degrés d'oxidabilité de l'azote ; déjà le gaz nitreux, qui condense l'oxigène sans qu'on doive augmenter sa combustibilité par l'échauffement, est un corps qu'on pourrait appeler vice-hydratable, si le caractère de cette propriété n'était de pouvoir prendre de l'eau en remplacement de l'oxigène, laquelle toutefois n'est qu'un caractère de solubilité; et le gaz nitreux, dans la formation de l'eau régale, laisse déplacer une partie de son oxigène par l'acide sec muriatique, comme le font les oxides insolubles qui, sans être hydratables, prennent de l'oxigène, lequel n'est plus d'oxidation ; c'est ce qu'ailleurs j'ai appelé *plusoxidation*, dans une acception générale et applicable à tout engagement des corps en échange d'oxigène, soit libre, soit combiné. Le caractère de cette opération est de pouvoir être fait à froid. Les alcalis et les terres alcalines s'oxigènent ainsi ; l'air atmosphérique, le gaz nitreux et le gaz acide sulfureux en contact avec l'eau, et mêmes les oxides sousoxidables au feu s'oxigènent ainsi ; et si l'acide muriatique pouvait un instant être mis à sec, non-seulement celui-ci, mais dans le même cas tout autre acide sec se vice-hydraterait par l'oxigène sans le secours de la chaleur. Ce qui dépend de la faible décomposition que l'oxigène ou le corps oxidé subit ; et, dans ce seul cas, on peut dire que la saturation augmente l'affinité, en jugeant de celle-ci d'après la facilité de la combinaison et non d'après son intimité.

Je dis que les nombreux degrés d'oxidabilité de l'azote facilitent la décomposition de ses engagemens avec l'oxigène ; et en effet la séparation d'un élément

exige

exige d'autant moins d'efforts qu'elle se fait sur de moindres quantités, en supposant la première saturation complète ; et chaque degré de sousoxidation par l'hydrogène qui se surcombine procure un déplacement de calorique d'avec l'oxigène restant, au profit de l'oxigène partant.

Le gaz oxide d'azote est une sorte d'oxidule de ce corps. Il prend de l'oxigène qui est encore d'oxidation, en passant à l'état de gaz nitreux, lequel gaz est un oxide oxigénable ou *plusoxidable*, mais pas davantage oxidable ; et ce n'est que ce gaz vice-hydraté par de l'oxigène qui est encore hydraté par de l'eau en vertu d'un surcroît d'affinité ou d'un défaut naturel d'hydrogène dans l'azote ; car l'hydratabilité primitive réside dans l'acide nitrique sec. C'est sans doute par un effet de sa métallification que l'azote passe par des degrés aussi marqués d'oxidulation et d'oxidation.

L'oxidule d'azote présente dans sa propriété de brûler plus vivement avec les corps combustibles que ne le fait l'air atmosphérique, un phénomène qui laisserait conclure que l'oxigène y est moins condensé que dans l'air, si l'on ne savait que ce gaz ne brûle les corps que lorsqu'une chaleur rouge peut en même-temps déplacer l'oxigène d'avec l'azote, de manière à ce que la combustion ait lieu dans du faible sous-gaz de ce principe ; et c'est le défaut de cette séparation, par l'absence d'une chaleur rouge dans les poumons, qui fait que le gaz oxidule d'azote ne peut entretenir la respiration. La conversion de ce gaz en acide nitrique et en un composé analogue à l'air atmosphérique, par le moyen de l'électricité, prouve bien que dans cet air l'oxigène existe

moins condensé que dans l'oxidule d'azote où l'oxigène est immédiatement uni à l'hydrogène du combustible azotique, tandis que dans l'air il vice-hydrate seulement, soit de l'azote organisé ou hydrogéné par l'eau, soit de la vapeur d'eau.

Une chaleur rouge, en déplaçant sous-gazeusement l'oxigène d'avec une partie de l'azote, le fait passer avec cette addition de calorique à une portion de l'oxidule indécomposé, laquelle s'oxide en gaz nitreux; ou plutôt l'oxigène généralement surcombiné de calorique, mais au-dessous de son état de gaz, se réunit sur une partie de l'oxidule pendant que sur l'autre partie, l'azote est mis en liberté. Une très-forte chaleur réduirait le tout en azote et en oxigène isolés.

L'oxigène qui dans l'eau existe avec plus de calorique que dans l'oxide azoteux ne décompose celui-ci qu'à une chaleur rouge; mais on doit supposer que, dans cette opération, l'hydrogène se substitue à l'eau de l'oxidule, après que le calorique a proportionné ce liquide au degré de sa décombinaison.

Ce qui prouve que par son contact avec les corps incandescens l'oxidule d'azote est fortement déplacé dans une partie de son oxigène, c'est que le potassion, après s'être oxidé dans ce gaz, s'y suroxide en même-temps, lorsque la proportion est assez forte à cet effet. Il n'y a pas jusqu'aux métaux réductibles *per se* qui ne décomposent l'oxide gazeux d'azote lorsqu'ils sont rouges de feu, mais en séparant ses principes sous forme de gaz, et en vertu d'un déplacement par le calorique, et non en s'oxidant par son

oxigène. Le platine rougi par le fluide voltaïque ou échauffé au rouge, comme dans l'expérience de Thénard sur la décomposition de l'ammoniaque, serait propre à opérer cette réduction.

Le gaz hydrogène phosphoré décompose à froid l'oxidule azotique ; les deux combustibles sont brûlés en même temps. Si dans le gaz combustible, l'hydrogène n'était pourvu de calorique de solution, la combustion ne pourrait avoir lieu sans le concours de la chaleur, car elle doit commencer par l'hydrogène de cette fonction, et il y aurait un défaut de calorique pour pouvoir former de l'eau ; mais une fois l'opération commencée, la combustion du phosphore en fournit au-delà du besoin.

Dans la décomposition de l'oxide gazeux d'azote par les corps combustibles à hydrogène inamovibile, il se forme toujours de l'acide nitrique, ce qui arrive en vertu de l'action que ces corps exercent par l'échauffement plutôt que par la désoxidation. La chaleur rouge seule opère le même effet. De l'oxigène trop peu saturé de calorique pour prendre l'état de gaz se transporte sur une partie de l'oxidule et proportionne l'oxigène de ce corps, comme il se proportionne lui-même de calorique, pour la formation de l'eau par laquelle l'acide sec nitrique est hydraté dans l'acide liquide : c'est une condition du procédé faute de calorique. Lorsque la sousoxidation est produite par des corps combustibles, l'eau déplacée par laquelle l'acide s'hydrate au complet a une part à l'effet.

Lorsque l'hydrogène est amovible, ce principe se subs-

titue à l'oxigène d'oxidulation, proportionné par l'hydrogène propre de l'azote et par la chaleur administrée, pour la formation de l'eau; mais il s'y joint en un rapport qui excède celui de l'hydrogène déplacé sous forme de ce liquide, et cela bien dans un rapport pour composer l'azote en ammoniaque; ce qui augmente le déplacement du calorique et favorise la partie du procédé qui consiste en combustion par l'oxigène sous-gazifié. Si l'hydrogène pouvait se substituer à l'eau d'acidification propre de l'acide sec, l'oxidule serait réduit en métal; mais alors du calorique serait fixé au lieu d'être dégagé, l'hydrogène ne trouvant plus d'oxigène d'avec lequel il puisse le déplacer.

On sait que par les corps à hydrogène amovible ou encore susceptible de déplacement, le gaz nitreux est converti en gaz azote oxidulé, sans le secours de la chaleur, mais aussi sans développement de calorique, ce qui ne peut jamais être l'effet que d'une double composition, dont l'une à lieu par du calorique ajouté et l'autre par du calorique enlevé ou déposé. Le gaz azote oxidulé en dépose par l'effet de sa moindre oxidation et de sa plus forte hydrogénation, et l'oxigène séparé en prend pour se composer avec l'hydrogène du corps en eau ou en oxigène proportionné de calorique au degré de l'eau; c'est ce qui est cause que les combustibles énergiques, qui fixent de l'oxigène avec moins de calorique que dans l'eau, ne sont pas aussi propres à la production du gaz oxide d'azote que ceux qui le sont moins ou qui sont déjà oxidés, tels que le muriate d'étain, ou déjà sousacidifiés, comme les sulfites et les phosphites, ou enfin les corps, tels que les sulfures, qui engagent leur hydrogène, lorsqu'il

est oxidé, sous forme d'eau, toutefois avec moins de calorique que dans ce liquide libre, ce qui, par l'effet d'une affinité de disposition, doit déterminer l'engagement; car l'hydrogène libre ne convertit pas le gaz nitreux en azote oxidulé; mais, pour suppléer à la portion de calorique que l'eau libre possède de plus que ce liquide engagé, il déplace de l'eau jusques d'avec l'oxidule d'azote et se surcombine en ammoniaque.

Lorsque du gaz nitreux et du gaz hydrogène sulfuré sont mêlés ensemble, ce n'est pas de trop du calorique que l'hydrogène de solution du dernier gaz dépose en sortant de cette fonction, et de celui que cet hydrogène déplace d'avec l'azote en le composant en ammoniaque, pour que l'eau, dont cette composition nécessite le déplacement, soit proportionnée au degré de sa libération. Sans un pareil effet, la décomposition ne pourrait avoir lieu, à moins d'administrer de la chaleur.

L'hydrogène qui alcalise l'azote est un supplément d'hydrogène de vice-hydratation; car s'il était de solution, loin de déplacer du calorique, il devrait en conduire en combinaison, et aucun des effets qu'il détermine en vertu du calorique déplacé sur les diverses oxidations de l'azote n'aurait lieu. D'ailleurs l'azote vice-hydraté, et en même temps dissout par l'hydrogène, serait acide et non alcalin, à cause que l'acide sec nitrique, par l'enlèvement de l'hydrogène de vice-hydratation à l'aide de celui de solution, serait mis à nu. Il est probable que de l'azote ainsi dissout ne sera jamais obtenu par la raison de l'amovibilité d'une partie

de l'hydrogène de vice-hydratation lequel serait substitué et au-delà par le calorique dont l'hydrogène de solution devrait être pourvu non-seulement pour le déplacement de cette partie, mais pour tout l'hydrogène qui vice-hydrate l'acide nitrique, ce qui doit rendre impossible de produire du véritable hydrogène azoté dans le sens qu'on doit attacher à ce terme.

Dans l'enlèvement de l'hydrogène de vice-hydratation par de l'hydrogène de solution, ce n'est pas de ce principe ayant un excès de calorique qui se combine avec de l'hydrogène ayant un défaut de cet agent; car l'hydrogène ne possédant point de calorique ne peut se constituer avec un défaut de ce corps, et n'ayant avec le calorique aucune affinité, il ne peut le prendre en excès; mais il a besoin d'en être substitué dans sa partie de vice-hydratation près de l'acide nitrique d'avec lequel il le tenait déplacé, et c'est ce calorique que l'hydrogène dissolvant doit amener et ajouter à l'acide pour que l'autre hydrogène soit rendu indépendant. Lorsque le même effet a lieu sur l'oxigène ou sur l'eau, le calorique acconduit par le corps de solution est remplacé près de celui de vice-hydratation ou d'hydratation, à cause que dans les acides vice-hydratés par l'oxigène ou hydratés par l'eau, ce sont ces corps qui ont le défaut de calorique, l'acide le possédant au complet; mais les oxides se trouvent vis-à-vis des acides, dans le cas de l'hydrogène, et déplacent du calorique d'avec ces corps en place d'éprouver eux-mêmes ce déplacement: c'est la différence d'être ce que j'appelle *plusoxidé* ou de produire la *plusoxidation*, c'est-à-dire, d'être dans cette opération, soit *passifs*, soit *actifs*. L'azote fournit dans ses engagemens de beaux

faits d'intervention du calorique dans la composition matérielle des corps.

Le gaz nitreux agit comme oxide lorsque dans les sous-sels (*) de fer il se substitue à l'eau près de son acide, au même liquide, ainsi que près de l'acide muriatique. C'est en vertu de sa tendance à former avec son acide propre une combinaison de sel, que cet acide se sous-compose aussi facilement en présence de la lumière par de l'hydrogène et par les oxides de certains métaux, qui préfèrent de se suroxider dans l'acide nitrique à en être dissous; il se forme alors, d'un côté, du nitrate de gaz nitreux, et, de l'autre côté, un oxide vice-hydraté par de l'oxigène. On connait l'expérience sur l'enlèvement complet de l'acide nitrique à l'eau par l'incorporation du gaz nitreux qui le convertit en sel, lequel, à l'état de saturation, est gazeux, et qui se laisse seulement condenser en vertu du remplacement d'une partie de son oxide par l'eau.

L'acide sec, dans le nitrate de gaz nitreux, est beaucoup plus déplacé dans son calorique que dans l'hydrate du même acide, à cause que dans le premier sel, c'est l'acide qui *plusoxide*, et que dans le second, c'est l'eau; et le gaz nitreux est beaucoup plus hydrogéné que le sous-hydrate d'acide nitrique; ce qui fait qu'il peut déplacer plus de calorique d'a-

(*) Je dis sous-sels, ou sous-muriate, sous-sulfate, etc., fondé sur ce que les sels à oxidules contiennent moins d'acide et plus de métal que ceux à oxides. J'ai pensé que les mots *sur* et *sous*, qui sont français, que tout le monde entend, et qui exprime parfaitement la nuance, devaient être préférés à des périphrases empruntées du grec.

vec l'acide hydraté que ce sous-hydrate ne peut le faire d'avec l'eau; d'où vient que pendant l'enlèvement de l'acide nitrique à l'eau, à l'aide du gaz nitreux, il se dégage du calorique, malgré qu'un second corps, qui est la vapeur nitrique, laquelle est encore hydratée par de l'eau, passe à l'état de gaz; et cette différence fait que, suivant l'observation de Bucholz, l'acide nitreux ou le composé salin ainsi nommé, peut, sans crainte d'explosion, servir à la formation de l'éther nitrique, et qu'il est préférable à l'acide complet pour l'oxidation des corps qui n'ont, avec l'oxigène, qu'une faible affinité.

Le gaz nitreux sert moins généralement et moins activement à faire brûler les corps et à entretenir leur combustion, que le gaz azote oxidulé, d'abord parce qu'il agit sans que son oxigène soit gazifié, et que pour plusieurs corps, tels que les combustibles acidifiables qui s'oxigènent en *eux* et la plupart des métaux, il existe avec trop de calorique; ce qui fait que l'échauffement contrarie au lieu de favoriser la combinaison, et que par un refoulement brusque, on aurait plus à espérer pour ces combinaisons que par la chaleur.

Le gaz nitreux condense le gaz oxigène par une affinité de vice-hydratation acide, si l'on peut ainsi l'appeler. Cette combinaison saturée en partie par de l'oxigène n place d'eau n'existe qu'à l'état de gaz; car lorsqu'on complète l'hydratabilité de l'acide par de l'eau, une portion de l'oxigène s'en sépare; et l'acide liquide doit être considéré comme du nitrate de gaz nitreux hydraté, partie par de l'oxigène et partie par de l'eau. Sans doute que le gaz oxigène pur est trop saturé de

calorique pour être condensé, parce qu'on appelle acide nitreux, ou, s'il est condensé, pour résister à l'affinité déplaçante de l'eau. L'air atmosphérique doit être plus propre que le gaz oxigène pour compléter l'acidification de l'acide nitreux, à cause que l'oxigène s'y trouve avec moins de calorique, comme cela est manifeste par l'échauffement beaucoup plus faible du gaz nitreux avec cet air qu'avec le gaz oxigène pur. L'azote déplacé dans son calorique par l'hydrogène, et l'oxigène déplacé dans le sien par un métal réductible au feu ou par un oxide vice-hydratable à l'aide de l'oxigène, se forme immédiatement en acide nitrique, comme je l'ai le premier expérimenté et décrit.

L'azote se trouve dans le cas du soufre sous le rapport que, comme ce combustible, il ne peut s'acidifier en *ique* sans que son hydratation soit complétée par de l'eau. C'est pourquoi le gaz acide nitreux ne condense le gaz oxigène qu'autant qu'il est mis en contact avec de l'eau, comme le gaz acide sulfureux ne le fait que dans la même circonstance ; et l'on sait que le soufre que l'on brûle à sec ne donne que de l'acide sulfureux, et que l'azote que l'on veut ainsi brûler se soustrait même à la plus légère oxidation.

Il y a toutefois cette différence entre le gaz acide sulfureux et le gaz acide nitreux, que celui-ci doit être considéré comme un sel consistant en acide nitrique et en gaz nitreux, élémens dans lesquels il peut être décomposé par l'eau aidée de la chaleur, tandis que le gaz acide sulfureux n'est point susceptible d'une semblable décomposition. On opère la décomposition de l'acide nitreux en échauffant, dans l'obscurité,

de cet acide liquide ; le gaz nitreux est déplacé d'avec l'acide nitrique par la chaleur, et l'eau se substitue à ce gaz près de l'acide nitrique. Cette méthode est même la plus sure pour obtenir de l'acide nitrique blanc ou saturé. Quand on fait absorber, par de l'eau bouillante, la vapeur d'acide nitreux, on opère la même décomposition ; et l'acide absorbé, si l'on soustrait assez à temps l'eau à l'action du gaz nitreux, est blanc. Cet acide blanc se colore à la lumière du jour par de l'oxigène que le calorique déplace d'avec l'acide et en vertu d'un nitrate, partie hydraté par de l'eau et partie vice-hydraté par de l'oxigène qui se forme.

La vapeur nitrique ou le mélange de 4 parties en volume de gaz nitreux, avec 3 parties de gaz oxigène, forment le même composé que la vapeur sulfurique, c'est-à-dire, des acides nitrique et sulfurique sous-hydratés, et, à raison du défaut d'eau, constitués en acides nitreux et sulfureux vice-hydratés par de l'oxigène. On peut dire que ces derniers acides vice-hydratés par de l'oxigène, sont encore hydratables par l'eau. L'affinité de vice-hydratation par l'oxigène est si grande dans ces acides, que lors même qu'ils sont complétement hydratés par l'eau, il se laissent encore substituer ce liquide par le gaz oxigène.

Ce n'est pas que dans cette gazification le gaz nitreux s'élève seul avec l'oxigène ou sans entraîner de l'eau, au contraire il y existe en partie hydraté, puisque de l'acide nitrique concentré liquide se vaporise en entier par une incorporation suffisante de gaz nitreux. Il est évident que l'acide nitrique peut exister en engagement à la faveur de sa vice-hydratation par

du gaz nitreux, comme il existe ainsi par l'eau, puisque de cet acide très-saturé d'eau ne peut presque point prendre de gaz nitreux, et que l'eau déplace ce gaz d'avec l'acide concentré.

L'eau peut, en hydratant au complet l'acide en partie vice-hydraté par le gaz nitreux, diminuer et changer la couleur de cet acide; mais elle ne peut rendre incolore que l'acide non-sursaturé; ce que l'on n'obtient bien qu'en expulsant par la chaleur le gaz nitreux de l'acide nitreux, et imparfaitement, par le juste mélange des gaz oxigène et nitreux, que l'on hydrate au complet par de l'eau. Il doit exister un point de concentration de l'acide nitreux où, à une chaleur de distillation, l'acide nitrique retient l'eau de préférence au gaz nitreux, et une autre où il retient le gaz de préférence à l'eau.

On n'obtient point non plus de l'acide incolore par la distillation du nitrate de potasse avec l'acide sulfurique concentré, parce que, dans le principe, cet acide s'empare de l'eau et la fixe assez pour la disputer aux premières portions de l'acide, lesquelles passent sous forme de vapeur nitrique; mais ensuite l'acide ayant décomposé le nitre et formé un sel dont l'hydratation demande peu d'eau, et qui dépose beaucoup d'eau de solution à mesure qu'il se cristallise, ce liquide déplacé d'avec l'acide sulfurique, par la potasse, se joint à l'acide nitrique qui passe alors sous forme liquide et peu coloré, et vers la fin, lorsque toute l'eau est enlevée au sel, l'acide passe encore gazifié et coloré. Du salpêtre que l'on dissout dans l'eau avant de le décomposer par l'acide sulfurique, ou que, sans

le dissoudre, on décompose par de cet acide dilué, passe liquide et sans couleur.

La combinaison entre le gaz nitreux et le gaz oxigène, dans ce qu'on appelle vapeur nitrique, est si peu intime que l'eau condense ce gaz presque à l'état d'acide nitreux ou en laissant une portion de l'oxigène inabsorbée ; et l'acide nitrique condense la même vapeur dans le rapport juste de l acide nitreux. Dans cette vapeur, comme dans la vapeur sulfurique, l'oxigène est trop fortement substitué par le calorique à l'hydrogène de l acide nitreux, pour que l'eau puisse intimément unir ces deux corps, comme elle ne peut unir qu'incomplétement l'oxigène avec le gaz acide sulfureux dans la vapeur sulfurique; et l'acide sulfurique concentré enlève seulement, à cette vapeur, l'acide sulfureux, en laissant l'oxigène intact. Le calorique que le gaz nitreux déplace d'avec l'acide nitrique, et celui que le gaz acide sulfureux déplace d'avec l acide sulfurique, suffissent pour que l'oxigène se gazifie.

La lumière du soleil décompose l'acide nitrique par la double tendance de l'oxigène à se gazifier, et d'une portion de l'acide à se vice-hydrater par du gaz nitreux; mais ce n'est qu'à un certaine concentration que cet effet à lieu, parce que l'acide hydraté au complet par de l'eau ne peut plus en partie se vice-hydrater par du gaz nitreux, ce qu'il ne fait que par un défaut de ce liquide.

Le gaz hydrogène exige de la chaleur pour pouvoir se substituer à l'eau d'hydratation de l'acide, à cause que ce liquide s'y trouve avec un défaut de calorique;

et la chaleur qui se développe, au moment de l'effet, est d'autant plus forte que l'acide est davantage désoxidé; et elle est la plus considérable lorsque l'hydrogène se substitue à la totalité de l'eau et réhydrogène l acide sec en azote. Les sousoxidations intermédiaires facilitent l'effet; mais celui-ci est d'autant plus difficile à obtenir, ou exige d'autant plus de calorique pour proportionner le sousoxide d'hydrogène en eau, qu'il est produit sur de l'azote moins oxidé.

Cependant l'acide coloré, à une certaine sous-concentration, absorbe, peu-à-peu, l'oxigène de l'air et blanchit; l'acide concentré coloré reprend en même temps l'humidité de ce fluide.

Si par du sulfate acidinule de potasse strictement dissout dans l'eau on décompose du nitre, et qu'on ménage le feu, l'acide sera blanc dès le commencement jusques à la fin de l'opération.

On pense qu'il existe un état combiné de la vapeur nitrique avec de l'oxigène en excès aux plus fortes proportions de l'acide nitrique; cela n'est pas impossible, et l'oxigène peut vice-hydrater au complet cet acide, comme l'eau l'hydrate. L'existence de cette combinaison doit toutefois être difficile à prouver à cause que l'eau, qui déplace déjà d'avec l'acide nitrique de l'oxigène d'oxigénation, doit, à plus forte raison, en séparer de l'oxigène de plusoxigénation.

On saurait aussi difficilement dire comment existent les vapeurs rutilantes et les acides colorés dans leur différent proportionnément avec le gaz nitreux, s'il se

forme du nitrate et du nitrite de ce gaz, ou si l'acide nitrique est seulement vice-hydraté par le gaz nitreux dans un certain rapport. Les oxides dissous ou délayés n'enlèvent à ces composés que l'acide nitrique, tandis qu'ils condensent au complet la vapeur nitrique et l'acide rouge liquide de cette vapeur. Ils ne déplacent dans cette combinaison, ni gaz oxigène, ni gaz nitreux, ce qui prouve que l'incondensabilité immédiate de tout l'oxigène de la vapeur nitrique par l'eau tient à l'affinité balancée de l'acide nitrique, soit pour le gaz nitreux, soit pour l'eau. L'acide rutilant obtenu de la décomposition du nitre par l'acide sulfurique concentré, si aucun des produits n'a pu s'échapper pendant la distillation, est condensé au complet et formé en nitrate par une solution de potasse, d'où il résulte que cet acide n'est rouge que par un défaut d'eau et par une substitution incomplète dans une portion de l'acide, de l'hydrogène du gaz nitreux au calorique de l'oxigène.

Dans l'eudiomètre de Fontana, lorsque, soit par un défaut d'oxigène, soit par un mélange trop lent du gaz nitreux avec l'air, la vapeur *nitreuse* s'est une fois formée, il ne se produit plus de la vapeur *nitrique* par une addition d'air ou par un mélange plus uniforme des gaz. Le défaut de condensation ultérieure entre ces corps prouve cet effet, et cette circonstance rendait le gaz nitreux un réactif incertain dans les essais eudiométriques jusqu'à ce que Gay-Lussac eût trouvé le moyen de corriger ce défaut.

Lorsque sur une proportion de gaz oxigène on fait agir une sous-proportion de gaz nitreux, le mélange se compose immédiatement en vapeur nitrique, et l'oxi-

gène est seulement déplacé dans son calorique pour la formation de l'acide saturé, tandis qu'en faisant le mélange contraire, il est déplacé pour la formation de l'acide nitreux. Il semble que le gaz oxigène ne peut plus saturer en vapeur nitrique le mélange qui est une fois formé en vapeur nitreuse; du-moins cette saturation n'a lieu que très-lentement et avec le secours de l'eau qui, se substituant près de l'acide nitrique au gaz nitreux, rend celui-ci libre et de nouveau apte à agir sur du gaz oxigène. Le déplacement du calorique d'avec l'oxigène dans un rapport plus bas que dans de l'eau qui hydraterait l'acide, fait que la vapeur nitreuse s'engage avec les alcalis en nitrites, comme l'enlèvement du calorique par l'oxigène qui se gazifie lorsqu'on traite du nitrate de potasse au feu fait que l'acide nitreux ne se sépare pas de l'alcali, ce qui est un procédé analogue à celui de la végétation, dans lequel l'enlèvement du calorique au carbone organisé, pour concourir avec la lumière du soleil à la gazification de l'oxigène, fait que l'hydrogène prend la place de cet agent et contracte ainsi des unions auxquelles aucune affinité ne l'engage, et qui sont même contraires à ses attractions: c'est ainsi que la nature, et, dans quelques procédés, l'art, parviennent, à l'aide de la grande affinité de l'oxigène avec le calorique, à opérer ces refroidissemens, si je peux m'exprimer ainsi, ou ces enlèvemens de calorique qui déterminent la surcomposition par de l'hydrogène, que nos moyens de réaction sont si peu puissans à produire, par la raison que les procédés d'échauffement sont presque exclusivement à la disposition de la chimie. Les procédés contraires surcombineraient de l'hydrogène à tous les corps oxidés, et presque tous les corps les uns aux autres,

car là où du calorique peut être forcé à se retirer, il faut nécessairement que de l'hydrogène quelconque, libre ou engagé, se substitue à cet agent. Je remplirais de longues pages si je citais les cas où cette circonstance si heureuse produit nos composés les plus intéressans en ce que ce sont ceux qui sont les plus actifs et les seuls actifs dans les engagemens avec l'oxigène, ou qui dans les rapports électriques sont opposés, à ce corps. Ainsi la soustraction du calorique à un corps, laquelle nécessite une surcombinaison d'hydrogène, place les corps dans le rapport des substances combustibles de Oersted, et les met avec le fluide électrique en affinité d'accompagnement vers le pôle négatif de la pile, comme la retraite de l'hydrogène avec remplacement par du calorique place les corps dans le rapport des substances comburantes du même auteur, et les met dans l'affinité d'accompagnement opposé. De ces substitutions l'une élabore les agens passifs de la combustion et l'autre ses agens actifs, et tous les changemens que la matière peut subir se font par combustion ou par débrûlement. C'est l'opposition de l'hydrogène au calorique près de l'oxigène, et successivement celle des corps qui sont le moins pourvus d'hydrogène, tels que l'eau et les acides, à ceux qui en sont le plus pourvus par engagement inamovible, lesquels sont les oxides des métaux; et la combinaison est plus ou moins intime en raison du calorique qui dans ces oppositions est déplacé.

Lorsque dans de l'acide nitrique on introduit du gaz nitreux, la température s'élève à cause du calorique auquel ce gaz, plus hydrogéné que l'eau, se substitue près de l'acide; c'est par le manque de calorique que,

sans

sans le concours de la chaleur, l'eau ne peut ensuite plus reprendre près de l'acide la place du gaz nitreux.

De même la température s'élève davantage lorsque le mélange des deux gaz, oxigène et nitreux, est fait dans le rapport pour la vapeur nitreuse que lorsqu'il est fait dans le rapport pour la vapeur nitrique.

Suivant M. Gay-Lussac, la couleur différente des acides nitriques ne dépend point de leur différente saturation par du gaz nitreux, mais de la saturation différente de l'acide nitreux par de l'eau.

Lorsqu'on opère pour décomposer le nitrate d'ammoniaque, les seuls produits, si le feu est conduit avec soin, sont de l'oxide gazeux d'azote et de l'eau. Ce résulat établit un rapport intéressant entre l'hydrogénation de l'azote dans l'ammoniaque et son oxigénation dans l'acide nitrique. Il faut que l'hydrogène puisse d'avec l'acide déplacer de l'eau, jusqu'à sa sousoxidation en gaz azote oxidulé, pour que l'azote puisse prendre de ce liquide ou de l'oxigène jusqu'à l'oxidulation en oxide gazeux. Que cette substitution de l'eau à l'hydrogène ait lieu ou non, toute la quantité de ce liquide n'en provient pas moins de déplacement, ou aucune portion n'en est formée, et l'azote s'oxide seul par l'oxigène de l'acide.

On remarque que les élémens du sel sont à-peu-près proportionnés de calorique pour la formation de l'eau, ce qui fait qu'il ne faut pas administrer beaucoup de chaleur et qu'il n'y a pas d'explosion. L'oxigène, qui se trouve dans l'oxidule gazeux, observe un

rapport à l'égard de l'oxigène avec lequel l'acide nitrique sec se proportionne, soit dans un oxide, soit dans l'eau. Le calcul qu'on établit d'après l'oxigène, par lequel l'azote s'acidifie, est fautif, sous le double rapport que l'acide ne possède pas, dans la vapeur nitrique, tout l'oxigène en raison de son affinité d'hydratation, puisqu'il peut encore prendre de l'eau, et que ce n'est point avec cet oxigène que le proportionnément a lieu, lequel oxigène, comme l'oxide, est proportionnant pour l'acide et non pour l'oxide, mais dans un rapport différent, à raison du moindre déplacement de l'oxigène dans son calorique, lorsqu'il est en engagement d'eau que lorsqu'il est dans celui d'oxide où ce déplacement préexiste, et que dans les engagemens des acides avec les oxides l'eau d'hydratation du produit est sensé concourir au proportionnément de ces corps; de sorte que les sels seraient des acides secs saturés, partie par de l'oxide, et partie par de l'eau; ce qui indique toujours que c'est en raison de l'hydrogène libre de l'acide sec que le proportionnément se fait, et alors, par l'oxigène de l'oxide, ou si c'est en raison de l'hydrogène de celui-ci, c'est avec l'oxigène de l'acide sec qu'il s'établit; ce qui correspond assez avec la circonstance que l'eau prend d'autant plus d'un acide ou d'un oxide soluble qu'elle est plus déplacée dans son calorique, et, *vice versâ*, d'autant moins qu'elle est moins déplacée dans cet agent, et alors l'acide ou l'oxide prennent plus d'eau; d'où résulterait que ces corps, ainsi que tout ce qui s'hydrate ne se combine avec l'eau qu'afin de saturer ce liquide et non afin d'en être saturé : mais l'on peut concevoir que dans la combinaison entre les corps, les besoins de saturation sont réciproques.

L'azote, dans l'ammoniaque, se proportionne avec l'acide nitrique sec pour former du nitrate, non en raison de l'oxigène de cet acide, lequel fait son principe d'oxidation comme celui d'acidification de l'acide du même sel, mais en raison du calorique que l'hydrogène tient déplacé d'avec cet oxigène ; et l'ammoniaque se proportionnerait différemment avec les acides si, à l'état d'hydrogénation dissoute, l'azote pouvait s'engager avec ces corps.

On pourrait vouloir citer l'oxidation à froid, des métaux et autres combustibles par l'acide nitrique, comme une preuve que l'oxigène n'a pas besoin de se trouver à l'état de gaz pour se transmettre d'un corps à un autre. Je pourrais répondre que, dans les oxidations qui ont lieu sous la production du gaz nitreux, l'oxigène, qui se sépare de ce gaz, n'est pas très-sous gazeux ; mais il est apparent que cette opération, comme celles par les autres acides, ont lieu à l'aide du déplacement de l'hydrogène par l'eau, lequel hydrogène se portant sur une portion d'acide indécomposé, se substitue à ce même liquide jusqu'à l'état de gaz nitreux, de gaz oxidule d'azote ou de gaz azote, et, lorsque des métaux thermoxigènes sont oxidés par cet acide, on peut concevoir que le calorique qui est séparé du gaz nitreux par un premier effet, consistant en transport d'oxigène, rétablit bientôt l'oxidation dans sa marche ordinaire qui est par l'eau, en ajoutant à ce liquide ce qui lui manque en la substance de cet agent pour thermoxider le métal. On remarque en effet que, dans la dissolution du mercure, et sur-tout de l'argent par l'acide nitrique, la marche de l'opération est dans le principe très-lente, et que le travail a quelque peine à s'établir.

La facilité de l'acide nitrique, à oxider les corps à froid, dépend des états variés de son oxidabilité et des quantités variables d'acquisition eu hydrogène et de perte en calorique par lesquelles il doit preudre ces états. » —

9. L'azote et l'hydrogène se trouvent combinés entre eux dans l'ammoniaque ou alcali volatil. Il n'est pas facile de produire cette combinaison. Cependant lorsqu'on expose à de l'azote des substances humectées qui dégagent de l'hydrogène, on trouve au bout de quelque temps un peu d'ammoniaque dans l'eau, comme, par exemple, lorsque au-dessus du mercure de l'azote est mis en contact avec de la limaille de fer mouillée d'eau. Priestley obtint, le premier, l'ammoniaque sous sa forme pure; et ses expériences, ainsi que celles de Scheele, ayant été répétées, étendues et perfectionnées par Berthollet, conduisèrent à découvrir ses élémens. En effet, ce dernier chimiste doit être regardé comme le véritable auteur de cette découverte.

Pour se procurer de l'ammoniaque, on fait chauffer, dans une cornue de verre, parties égales de chaux bien brûlée et sèche, et de sel ammoniac ou muriate d'ammoniaque également sec. Le bec de la cornue doit plonger dans un bain de mercure sec. Il passe une substance gazeuse que l'on recueille, après avoir laissé échapper l'air atmosphérique des vaisseaux, dans des flacons remplis de mercure et renversés sur ce métal.

A la température habituelle de l'air, l'ammoniaque est sous forme d'un gaz permanent. Suivant Guyton de Morveau (*) elle devient liquide à envion 70 sous

(*) Annales de Chimie, tome 29, page 292.

O de l'échelle de Fahr.; mais ses expériences furent faites dans des ballons de verre, et il tira ses conclusions d'une apparition de liquide dans le ballon; de sorte que l'évidence de ce fait, quoique forte, ne peut pas être regardée comme entièrement satisfaisante, l'ammoniaque contenant de la vapeur d'eau, dont une grande partie doit se condenser à un froid aussi intense.

La pesanteur spécifique de l'ammoniaque est à celle de l'hydrogène à-peu-près comme 8 à 1. Cent pouces cubes de gaz ammoniaque, à une température et une pression moyennes, pèsent environ 18 grains.

Lorsque, dans un flacon plein de gaz ammoniacal, on plonge une chandelle allumée, la flamme s'éteint, mais une légère combustion du gaz a lieu à l'endroit où il est en contact avec l'air.

Son goût est extrêmement caustique; on ne peut en effet impunément l'appliquer sur les organes du goût ou de l'odorat, à-moins qu'il ne soit mêlé avec beaucoup d'air commun. C'est le principe poignant de l'alcali volatil concret.

Il rougit à l'instant le papier teint en Curcuma, et change en vert la plupart des couleurs bleues et rouges végétales. Cette propriété, comme toutes celles qu'on lui a reconnues, le caractérisent comme un alcali.

Le gaz ammoniaque est promptement absorbé par l'eau. Suivant mes expériences, ce liquide, à une température de 50°, et sous une pression égale à 29. 8. pouces, en absorbe environ 670 fois son volume, et acquiert une pesanteur spécifique de .875.

La table suivante, qui renferme les quantités approximatives du gaz ammoniacal contenues dans des solutions de ce gaz de différentes pesanteurs spécifiques, a été dressée d'après des expériences faites avec beaucoup de soin.

Cent parties d'une pesanteur spécifique de		*De gaz ammoniaque.*
(*) 8750	contiennent	32. 5
8875		29. 25
9000		26. 00
9054*		25. 37
9166		22. 07
9255		19. 54
9326		17. 52
9385		15. 88
9435		14. 53
9476		13. 46
9513		12. 40
9545		11. 56
9573		10. 82
9597		10. 17
9619		9. 60
9692*		9. 50

La composition de l'ammoniaque peut facilement être démontrée par des expériences analytiques. On la dé-

(*) Les trois résultats marqués d'un astérisque ont été obtenus par l'expérience ; les autres nombres ont été trouvés par le calcul.

compose par l'étincelle électrique et par son passage à travers un tube échauffé jusqu'à rougeur ; son volume s'augmente, et elle se change en gaz hydrogène et en gaz azote.

M. Berthollet, le jeune, suppose que son volume se double lorsque, sur du mercure, on la décompose à l'aide de l'étincelle électrique. Dans les expériences du docteur Henry et dans les miennes, l'expansion fut un peu moindre ; mais ceci est probablement dû à l'imperfection inévitable du procédé. Je crus une fois qu'une petite quantité d'eau avait été formée dans l'opération ; mais des expériences délicatement conduites me convainquirent que cette formation d'eau n'avait point eu lieu. Je décomposai une quantité de gaz ammoniaque, à l'aide de l'étincelle électrique, dans des vases clos où ses élémens furent empêchés de se mettre en expansion, et alors il ne se déposa pas la moindre humidité.

Dans les expériences les plus exactes où l'hydrogène a été séparé de l'azote par des inflammations successives avec de petites quantités d'oxigène, les volumes ont été de 3 d'hydrogène et de 1 d'azote, de sorte que l'ammoniaque consiste en 3 du premier principe et 13 du second, estimé d'après le poids ; et en admettant comme unité le nombre qui représente l'hydrogène, on obtient, pour représenter l'azote, le même nombre que des proportions des élémens dans ses composés avec l'oxigène ; et l'ammoniaque consiste en 1 d'azote et 6 d'hydrogène, et elle est représentée par 32. L'exactitude de toutes ces conclusions se démontre par la décomposition du sel formé d'acide nitrique et d'ammoniaque.

Lorsque ce sel, qu'on nomme nitrate d'ammoniaque, est exposé à une chaleur graduellement augmentée, il se résout en eau et en oxide nitreux; ce qui ne saurait avoir lieu s'il n'était constitué par proportions déterminées, lesquelles doivent être 101 d'acide et 32 d'alcali; car 6 d'hydrogène demandent 45 d'oxigène pour former de l'eau; et 52 d'azote, savoir 26 dans l'acide et autant dans l'alcali, demandent 30 d'oxigène pour former de l'oxide nitreux.

L'ammoniaque est employée en médecine, et ses composés sont en usage dans la teinture ainsi que dans quelques arts métallurgiques.

L'ammoniaque n'est si difficile à être composée de toutes pièces, que parce que du calorique doit être soustrait à son oxigène déjà considérablement hydrogéné, pour que d'autre hydrogène puisse s'y unir.

J'ai fait connaître plusieurs cas où de l'ammoniaque est artificiellement produite. De la crême de tartre décomposée en alcali et fortement calcinée, que l'on expose à l'air humide, se met en sousignition et repand une odeur insupportable d'ammoniaque. Il faut que dans cette masse l'alcali soit sousoxidé pour pouvoir céder de l'hydrogène en échange d'eau, et cet hydrogène doit près de l'azote de l'air prendre la place de l'eau à mesure que ce corps se désorganise dans ce liquide pour le transmettre à l'oxidule de potassion. On sait que le résidu de la calcination de la crême de tartre conserve pendant plusieurs jours la propriété de devenir incandescente par le contact de l'air, ce qui également ne peut être l'effet que d'une sousoxidation de la potasse, peut-être en combinaison avec du carbone sous-hydrogéné; et depuis long-temps M. Lampadius a fait connaître un phénomène de phosphorescence gazeuse que présentent les alcalis caustiques ainsi que la baryte et la strontiane carbonatées, lorsque sur du charbon on les expose à la flamme du chalumeau nourri par le gaz oxigène.

La chaux calcinée avec du charbon pulvérisé, et de la potasse fortement rougie avec de la limaille de fer donnent l'un et l'autre lieu à la production de l'ammoniaque par leur contact avec l'air humide.

Du gaz nitreux sur lequel on fait agir, à froid, du gaz hydrogène sulfuré s'hydrogène en ammoniaque. Le calorique que dépose l'hydrogène en sortant de la solution du soofre, joint à celui que le même principe déplace d'avec l'oxigène de l'azote en s'y combinant en ammoniaque, suffit pour proportionner l'oxigène d'oxidation de l'azote au degré de sa substituabilité par l'hydrogène, et le produit est du soufre regénéré, de l'ammoniaque et de l'eau. On sait que sans le concours d'une forte chaleur l'eau ne peut être déplacée par l'hydrogène ordinaire d'avec le gaz nitreux; ici elle l'est par les deux moyens d'échauffement qui sont dans la double opération.

L'ammoniaque offre le maximum de la substituabilité du calorique de l'azote par l'hydrogène, et si on pouvait tenter, avec espoir de succès, de l'augmenter, l'acide se saturerait au contraire de calorique en remplacement de ses hydrogènes, propre et alcalisant, lesquels deviendraient libres en même temps que par cette saturation l'acide serait lui-même sans combinaison : c'est ainsi que la nature élude nos efforts et en détruit les effets lorsque nous voulons surpasser ses moyens.

— « J'ai encore à parler, devant l'Académie, de ce corps si intéressant et qu'à peine on mentionne pour ses usages dans l'air dont il fait la base, qu'on a semblé vouloir répudier en attachant à son nom l'idée d'une opposition à la vie comme si on avait voulu avertir de le fuir, tandis que c'était de ce corps seul qu'on pouvait apprendre tout ce que l'on sait de grand et de mystérieux en chimie. Je veux désigner l'azote.

En effet, l'azote nous a le premier montré la composition des acides et des alcalis, et il vient tout récemment nous dévoiler celle des métaux. Quels

sont les autres êtres qui, ne dérivant point de ceux-ci, présentent un grand intérêt en chimie !

L'azote est bien évidemment un acide hydrogéné, quoique sa non-solubilité par l'hydrogène ne permette pas de démontrer, comme pour le soufre, cette qualité par les caractères physiques de l'acidité qui se manifestent au goût et sur la couleur bleue des plantes; car il n'est pas douteux que l'azote saturé par de l'hydrogène de vice hydratation et ainsi formé en alcali, si on pouvait lui incorporer de l'hydrogène de solution conjointement avec du calorique, ne manifestât un goût acide, ne rougît la couleur bleue végétale et ne se combinât avec les alcalis en nitrates secs hydrogénés ou en hydrogéno-azotates, en tout semblables aux hydrogéno-thionates.

L'azote échappe à toutes les combinaisons immédiates qu'on veut lui faire contracter, et ce n'est que par des voies indirectes qu'il s'engage. C'est que nulle part il existe naturellement par un défaut de calorique, mais plutôt avec un excès de cet agent, tel qu'il se trouve dans l'air où l'eau a dû adjoindre du calorique à son acide sec pour pouvoir s'interposer à ce corps et à l'hydrogène, et où il n'a pas dû en déposer pour compléter son organisation par de l'oxigène. C'est même à la désorganisation de l'azote dans son eau, et en vertu du calorique que l'hydrogène, en se remettant avec l'acide de l'azote, déplace d'avec ce corps, qu'est dû que les combustions par l'air ne sont pas plus actives, l'oxigène qui n'en fait qu'une faible partie, et qui s'y trouve encore considérablement condensé, ne pouvant, par lui seul, fournir autant de calo-

rique. Aussi ne faut-il pas un grand effort pour décomposer l'air atmosphérique à l'aide d'une vive compression qui, par la séparation du calorique, désorganise et isole l'azote et fait passer l'oxigène sousgazeux en combison avec la vapeur d'eau. Un refoulement subit doit ainsi décomposer les gaz hydrogènes sulfuré, carboné, phosphoré et tous les corps qui, constitués en solution, existent par une adjonction de calorique, et qui sont compressibles; et nous parviendrions bien plus efficacement que par une baisse de température à séparer les sels et autres corps d'avec l'eau, si ce liquide était susceptible de rapprocher mécaniquement ses parties. Nous pourrions aussi par ce moyen et par une application du procédé de Biot combiner, à l'aide du refoulement, les corps compressibles qui ne refusent de s'unir que par manque de moyens d'eu séparer du calorique; et puisque par cette méthode l'hydrogène se substitue déjà au calorique du gaz oxigène, ce même principe ainsi que l'oxigène de l'air pourraient se substituer à l'eau du gaz muriatique acide; l'hydrogène pourrait encore le faire à l'eau du gaz acide fluorique au calorique de l'azote, à l'eau de l'acide carbonique; cet acide pourrait déplacer l'eau et l'oxigène d'avec l'acide muriatique, la vapeur d'eau pourrait se mettre à la place de l'hydrogène du gaz hydrogène sulfuré et ainsi de suite; ce qui nous donnerait, sans grands frais, du gaz muriatique oxigéné et le combustible de l'acide muriatique, du fluore, de l'ammoniaque, du carbone réduit, du gaz oxigène, de l'acide sulfurique, etc.; tous corps plus ou moins précieux à obtenir.

L'azote subit une sorte de décomposition, mais avec demeure en engagement de ses élémens, lorsque de l'am-

moniaque est traitée à chaud par le potassion. L'oxigène de son acide sec, proportionné en eau par de l'hydrogène, déplace, d'avec ce métal, tout l'hydrogène qu'en déplacerait de l'eau libre. Il résulte de cette opération de l'oxide de potassion et de la base de l'acide nitrique sec désacidifiée, mais en revange hydrogénée par tout l'hydrogène dont l'était cet acide, et de plus par celui qui alcalisait l'azote. Le composé est un métal oxidé qui a transmis l'eau d'oxidation à un autre métal, en déplacement de son hydrogène, mais sans reprendre ce principe. Ce qui tient à la décomposabilité de l'azote dans son hydrogène d'alcalisation. Le soufre, le phosphore, etc., ne déposent pas cet hydrogène en s'engageant avec le potassion, parce que ce principe, dans ces corps, est inamovible comme dans l'azote, et n'est pas d'addition. Cette combinaison est donc d'une nature comme si elle consistait en potassion et en azote unis entre eux en azoture de potasse réduite, analogue au sulfure, au phosphure etc., à métaux inoxidés.

Toutefois, ce composé ne paraît pouvoir être immédiatement obtenu, car les quantités oxidantes de l'ammoniaque ne paraissent s'engager avec le potassion qu'autant que d'autre ammoniaque peut à son tour oxider le composé; et lorsque le rapport du gaz alcalin est suffisant, une troisième quantité de ce corps vice-hydrate le surcomposé. Deux cinquièmes d'ammoniaque, dont l'hydrogène alcalisant correspond à celui déplacé d'avec le potassion, produisent le premier effet; un cinquième produit le second, et deux autres cinquièmes produisent le troisième. On peut séparer par la chaleur les deux derniers cinquièmes, sans qu'ils soient décomposés, de la même manière qu'on sépare de l'eau d'hydrata-

tion; mais le troisième cinquième ne peut être séparé que résout en ses principes, soit que la combinaison fût déjà relâchée, ou qu'elle le devienne par la forte chaleur que la séparation exige.

Le composé restant, ou proprement l'oxide de potassion uni à l'azote réduit, ne peut plus être ultérieurement désuni, mais peut, par une forte chaleur, être régénéré en ses élémens, moins l'hydrogène que l'ammoniaque avait déplacé d'avec le potassion, et cela à l'aide d'un échange entre une partie de l'hydrogène de l'azote, équivalent à la quantité qui l'alcalise, et l'eau du potassion, d'où résulte de ce métal désoxidé et de l'azote régénéré par la réacidification de sa base et la réhydrogénation de son acide sec.

L'azote peut donc céder au potassion une quantité d'eau dont l'hydrogène est égal à la quantité de ce principe par laquelle il s'alcalise en ammoniaque; et le potassion s'oxide dans une quantité d'hydrogène qui correspond avec celle-ci. Ensuite l'azote a encore la quantité d'hydrogène que, sous forme d'eau, il a transmise au potassion; puis celle que, dans la réduction du composé en métal et en azote, il cède à l'oxide de potassion en reprise de son eau.

L'oxidation de l'azoture est une sorte d'hydrogénosulfuration de sulfure; elle se fait par une demi-quantité d'ammoniaque, à cause que la moitié de l'hydrogène des deux substances métalliques, réduite et oxidée, est séparée; mais la vice-hydratation demande encore tant d'ammoniaque que l'oxidation primitive du métal réduit. Il y a ici un rapport qui est extrêmement riche en conséquences.

Si par de l'oxigène on décomposait le produit saturé d'ammoniaque, on obtiendrait trois cinquièmes de cet alcali réduit en ses élémens sous forme d'azote et d'eau, et deux cinquièmes dont on ne retrouverait que l'azote et point l'eau; tandis que quand la décomposition se fait par l'eau, on obtient toute la quantité de l'ammoniaque régénérée en cet alcali; ce qui prouve bien que le potassion avait repris de l'eau à ce corps.

La même chose arrive encore lorsque par l'oxigène ou par l'eau on décompose ce qu'on appelle la matière olivâtre, laquelle est le composé de vice-hydraté ou réduit à l'ammoniaque d'oxidation de l'azoture ou matière noire. Si c'est par de l'eau qu'on la décompose, ce liquide se combine avec l'azote réduit sans en déplacer de l'hydrogène, et ainsi en l'hydrogéno-oxidant en ammoniaque; et par l'oxigène l'azote réduit est simplement oxidé et régénéré en ce combustible acidifiable ordinaire. La réoxidation simple ou par l'oxigène de l'azote réduit, réformerait de l'azote ordinaire sans produire de l'ammoniaque; et l'oxidation de l'azoture non vice-hydraté, par l'oxigène, régénère encore de l'azote; et par l'eau, ce corps réduit, en même temps qu'il est oxidé, est surcombiné d'hydrogène en ammoniaque, ou proprement en azote organisé dans un rapport particulier qui en fait un oxide de métal. Avec deux fois autant d'eau d'organisation il forme l'azote organisé de l'air, et, en prenant du carbone organisé en remplacement de la moitié de cette eau, il compose la substance organisée animale. C'est ainsi que le soufre, soustrait dans une partie de son eau d'acidification sèche par son engagement avec le carbone, reprend cette eau et se régénère en soufre commun sans que de l'hydrogène

soit déplacé, et que le soufre, ayant transmis de l'eau d'acidification sèche au tellure et à l'arsénic en déplacement d'une portion de leur hydrogène, reprend cette eau sans que de l'hydrogène soit dégagé.

On peut aussi supposer que, dans la formation de la matière olivâtre, l'ammoniaque, en oxidant le potassion par l'eau de son azote, dépose l'hydrogène qui lui adhérait en saturation de cette eau par défaut de calorique, et que cette eau étant reprise par le potassion avec son défaut en cet agent, le motif de l'adhérence cesse et avec lui l'effet; et alors l'azote devrait prendre en échange de son eau l'hydrogène déplacé d'avec le potassion. Ce qui est aussi possible et même aussi probable que l'autre supposition; et le résultat est parfaitement le même.

Il résulte toujours de cet échange d'eau et d'hydrogène entre l'azote et le potassion, et de la correspondance de l'hydrogène dégagé avec celui que le même métal dégagerait avec l'eau, ainsi que de tous les rapports de la décomposition des matières noire et olivâtre, que la base de l'azote existe sous forme d'acide sec par une quantité d'eau dont l'hydrogène alcaliserait l'azote en ammoniaque; reste à connaître la troisième quantité d'hydrogène ou celle que l'azote compose en eau en s'acidifiant en vapeur nitrique; et l'on aura parfaitement le rapport de la base primitive avec l'hydrogène dans le métal de l'ammoniaque: le rapport de l'oxidabilité donnera la proportion de l'hydrogène dans les autres métaux.

La chaleur que dégage l'oxidation de la matière

noire, par l'oxigène, empêche que de l'acide nitrique qui, à cette température serait décomposé, ne puisse se former et par conséquent qu'il se produise du nitrate de potasse; cependant, un oxide de métal dans lequel l'oxigène est déjà condensé pourrait le produire, et alors on aurait du nitrate sous-sec ou un composé salin d'oxide sec de potassion et de vapeur nitrique; ce sel serait encore très-loin d'être un nitrate sec, pour lequel l'acide nitrique, fait immédiatement d'azote, devrait mettre en décombinaison trois fois autant d'eau qu'en formerait l'hydrogène qui alcalise ce corps.

Vu l'amovibilité de l'hydrogène d'avec l'azote, la réaction immédiate du potassion sur l'ammoniaque n'était pas le procédé le plus convenable pour réduire ce corps; et l'azote déshydrogéné ne pouvait plus former un métal. L'acide nitrique dont le potassion peut très-facilement reprendre toute l'eau en mettant à la place son hydrogène près de la base de l'acide nitrique sec, serait plus propre à cet effet; et alors l'eau, qui avec cette base forme l'acide sec, serait déplacée et reprise par le métal comme celle d'hydratation propre et ajoutée. Cette séparation serait plus facile à raison que de l'eau qui est peu hydrogénée est propre à tous les effets, tandis que de l'eau aussi fortement substituée dans son calorique, par l'hydrogène, qu'elle l'est déjà dans l'azote et encore bien plus dans l'ammoniaque, ne peut que très-difficilement se transférer. L'hydrogène qui se retire obligerait l'azote de prendre du calorique, si sa réhydrogénation par le potassion ne l'en dispensait, ce qui est cause que dans la formation de la matière olivâtre il ne se dégage pas de lu-

mière,

mière et même presque pas de chaleur, comme cela aurait lieu avec l'azote libre ou non hydrogéné en alcali et avec l'ammoniaque qui s'engagerait indécomposée. Avec le premier corps, ce serait le cas du soufre qui, en se combinant avec un oxide, déplace du calorique d'avec l'oxigène de ce corps, et, en se combinant avec un métal réduit, laisse déplacer du calorique d'avec l'oxigène de son acide sec; et, avec le second corps, le calorique serait déplacé d'avec l'oxigène de l'oxide de potassion par tout l'hydrogène de l'ammoniaque réduite. C'est l'engagement avec ce défaut de calorique qui fait que, pour sa décomposition, la matière noire a besoin d'être aussi fortement échauffée. L'effet tel qu'il arrive prouve toujours que l'oxigène existe dans l'ammoniaque avec moins d'hydrogène et plus de calorique, ou par une plus faible affinité dans l'ammoniaque que dans l'oxide de potassion, puisque la retraite de l'hydrogène exige un remplacement de calorique, qui ne peut provenir, ainsi que l'effet de la décomposition en général, que d'un plus grand contenu en hydrogène du potassion que de l'ammoniacou.

L'hydrogénation de l'azote réduit, dans la matière noire, ne présenterait pas, pour sa formation en métal, les mêmes obstacles de la part du calorique à déplacer que celle de l'azote ordinaire pour la formation de l'ammoniaque; car on ne peut pas supposer que l'azote existe dans cette matière à l'état absolument désoxidé et adhérent, faute de ne pouvoir subsister seul ou d'être volatil à l'oxide de potassion, mais bien en combinaison partagée avec l'oxigène, et l'un et l'autre combustible à l'état d'oxidule, et toujours l'un surcombinant l'autre par un corps hydro-

géné, et le corps réduit déplaçant, dans tous les cas, du calorique d'avec l'oxigène de celui oxidé; et alors le calorique d'avance déplacé ne devrait plus l'être pour la rehydrogénation de l'un ou l'autre des corps en métal. Peut-être parviendrait-on par ce moyen à obtenir l'ammoniacon sans adhérence à de l'eau.

Dans tous les cas, la formation de la matière noire n'offre rien de plus extraordinaire que celle du sulfure d'étain par ce métal et par le gaz hydrogène sulfuré, avec la seule différence que l'étain ayant à enlever le soufre à de l'hydrogène de vice-hydratation et en même-temps de solution, doit en déplacer du calorique, comme de ce combustible ordinaire, tandis que le potassion, par la retraite de l'hydrogène, le reçoit sans cet agent, ce qui est la cause de la combinaison. C'est par la nature de ses élémens de l'azoture de potassion métallique qui se forme, et par celle de l'engagement, sans doute, de l'azoture de potassion oxidé avec de l'azote réduit, ou un engagement commun avec l'oxigène de l'acide nitrique sec, comme on peut supposer les métaux en général s'engager avec le soufre, le phosphore, etc.; et si, dans ces combinaisons, les métaux réductibles par le feu s'allient à de l'oxigène à si basse saturation avec du calorique, c'est que leur accès augmente cette condition par une nouvelle dose d'hydrogène réduit qu'ils apportent en combinaison et dont l'oxigène se surcharge.

Comme, suivant l'expérience de Berzelius, le muriate calciné de chaux, qui n'est pas encore un anhydre absolu, condense en vice-hydratation toute la quantité de gaz ammoniacal que la chaux sépare d'avec

le muriate d'ammoniaque, l'oxide rigoureux de potassion pourrait bien, ou condenser le même gaz, ou, à l'aide d'un fort échauffement, lui enlever l'azote; ce qui, dans le premier cas, ferait un hydrogénoazoture de potasse, et, dans le second cas, un azoture sans hydrogénation.

Une nouvelle quantité de potassion peut, sous un déplacement de chaleur, se surcombiner à l'azoture de ce métal; ce qui formerait un sous-azoture. Cependant, comme l'azote ne s'engage avec l'hydrogène que dans une seule proportion, il est probable qu'il ne s'engagera pas dans une seconde avec les métaux. C'est du métal de solution que le soufre, le phosphore, le carbone ou le bore déjà vice-hydratés par un métal, prennent en s'engageant au minimon de leur substance avec un tel corps.

Quant à la réduction de l'ammoniaque en métal à l'aide de l'hydrogène et du calorique, cette opération se fait par le procédé ordinaire de la substitution de l'hydrogène à l'eau; le fluide électrique conduisant l'hydrogène, proportionne les principes de l'eau existans dans l'ammoniaque, en eau, et l'hydrogène s'y substitue. Si, au moment de la formation du métal, de l'hydrogène se dégageait en même-temps que de l'eau, on pourrait croire que l'hydrogène de l'ammoniaque est substitué en même temps que l'eau de l'azote, par une quantité double de nouvel hydrogène; mais cet effet n'a pas lieu, et l'hydrogène d'alcalisation concourt à la réduction de l'azote en métal.

Le métal de l'ammoniaque à l'état réduit est aussi

indécomposable par le feu qu'aucune autre substance métallique, parce que cet agent ne trouve à se substituer à l'hydrogène près d'aucun corps. On ne peut l'obtenir subsistant, par la raison que l'eau d'oxidation de l'ammoniaque que l'hydrogène déplace reste adhérente à l'amalgame; mais vouloir conclure de cette inévitable réoxidation du métal par sa remise en contact avec l'eau, et prétendre, par ce motif, qu'un corps ayant tous les caractères d'un métal, qui a de l'éclat métallique, qui s'amalgame avec le mercure et qui se cristallise dans cet état, soit composé de mercure, d'hydrogène et d'azote, c'est outre passer à toutes les évidences, et négliger les analogies les plus légitimes.

Lorsque l'amalgame de l'ammoniacon est décomposé pendant qu'il a l'accés de l'air, l'hydrogène brûle en venant en contact avec ce fluide et à mesure qu'il est déplacé par l'eau d'avec ce métal.

Non-seulement l'ammoniaque liquide, mais aussi le carbonate et le muriate de cet alcali sont décomposés sous la pile, et le métal est désoxidé. L'électricité déplace d'abord l'ammoniaque d'avec l'acide en se mettant à sa place près de l'oxigène propre de ce corps, et souvent elle décompose l'acide hydraté en acide oxigéné et en gaz hydrogène; et, lorsque l'alcali est devenu libre, elle proportionne ses principes de l'eau pour la formation de ce liquide, et se met à sa place près de la base primitive, conservant deux fois autant d'hydrogène que l'azote prend pour s'alcaliser. Dans les ammoniures à composition déterminée, l'hydrogène de l'ammoniaque se trouve avec l'oxigène de l'oxide en rapport de quantité pour la composition de l'eau, et

dans le nitrate d'ammoniaque, le rapport est encore pour cette composition, *plus*, en faveur de l'acide, l'oxigène qui reste avec l'azote pour l'oxider en oxide gazeux ; et celui qui passe à ce même corps pour également l'oxider en cet oxide. Cet oxigène existait sous forme d'eau dans l'acide nitrique et hydratait le sel, et tandis que sous sa forme il est en partie déplacé d'avec l'acide sec par l'hydrogène de l'ammoniaque, il passe en partie, toujours sous forme d'eau, à l'azote de cet alcali, en substitution d'une portion de son hydrogène, d'où résulte de l'eau ; et l'azote se convertit en totalite en oxide gazeux.

Il existe un mode de considérer l'ammoniaque, dont l'idée appartient à M. Berzelius, et que M. Davy a un moment paru adopter, c'est de concevoir ce corps comme formant l'oxide d'un métal dont l'azote serait le suroxide et l'hydrogène le sous-oxide ou l'oxidule ; ces deux derniers corps réunis formeraient un degré d'oxidation intermédiaire qui est l'ammoniaque. Si l'on considère l'ammoniaque comme composée de métal et d'oxigène, il faudra que par sa décomposition en suroxide et en sous-oxide ce principe soit reparti très-inégalement entre deux portions de métal ; que dans l'hydrogène il en soit retenu peu, et dans l'azote beaucoup ; mais alors la sous-oxidation de l'azote devrait produire de l'hydrogène, comme la sur-oxidation de l'hydrogène devrait produire de l'azote, et l'eau serait un quatrième oxide dn même métal où serait ce métal tres-suroxidé ; et, dans la réduction de l'ammoniaque par l'hydrogène, l'eau devrait former par l'accumulation de tout l'oxigène sur une portion du métal, laquelle serait naturellement l'azote comme

déjà le plus oxidé ; mais, dans cette hypothèse, le rapport de l'oxigène dans l'azote ne correspondrait plus à l'hydrogène déplacé d'avec le potassion dans la formation de la matière olivâtre ; et l'hydrogène, qui déjà par si peu de sa substance sature tant de la substance de l'oxigène, devrait effectuer cette saturation dans un rapport qui se réduirait presque à rien ; mais la plus grande opposition à toute idée qui admettrait de l'oxigène dans l'hydrogène, c'est que ce principe est un corps électro-positif absolu, lequel, dans aucun engagement, même avec les métaux, ne peut faire le moindre mouvement vers la surface négative de la pile, et que sa substitution à l'eau réduit toujours complétement les métaux. » —

Lorsqu'on mêle du gaz ammoniacal avec du gaz muriatique oxigéné au-dessous de l'eau, l'oxigène est déplacé d'avec ce dernier gaz aux endroits en contact avec ce liquide, et ce principe forme avec l'hydrogène de l'ammoniaque de l'eau, dont la vapeur se repandant dans tout le volume du gaz, produit sur tous les points le même effet. Alors il y a détonation par de l'eau libre, formation d'acide muriatique simple par substitution de l'eau à l'oxigène, et de l'azote libéré. L'oxigène n'est déplacé avec son défaut de calorique qu'à la faveur de l'hydrogène qui le reprend avec ce défaut ; et le calorique dégagé est moindre que lorsque l'eau se forme de ses élémens purs. Au-dessus la mercure, l'eau formée resta avec l'acide sec, et lorsque celui-ci se combine avec de l'ammoniaque indécomposée, elle reste inamoviblement avec le muriate de cet alcali, lequel n'a point d'existence anhydreuse.

Les ammoniures d'oxides irréductibles au feu, ne se forment point en nitrates par l'oxidation de l'hydrogène de l'ammoniaque, à cause de la chaleur qui désunirait les élémens de cet acide ; mais mêlés avec de l'oxide de mercure, humectés et légèrement échauffés, ils sont tous convertis en ces sels. Les thermoxides et les oxides vicehydratés par de l'oxigène, se forment, les premiers en nitrate d'am-

moniaque, dont j'ai ainsi obtenu des cristaux de 3 et 4 pouces de longueur, et, les seconds, en oxides de vice-hydratés dans leur oxigène et combinés en nitrates. Ces opérations se font très-bien à froid et n'ont pas lieu à une température élevée; il y a au contraire détonation, et l'oxide est, ou réduit, ou de vice-hydraté dans son oxigène. Cependant de l'oxigène en dégagement actuel, que l'on fait rencontrer avec de l'ammoniaque, forme du gaz nitreux et de l'eau, et ce gaz se convertit avec une nouvelle quantité d'oxigène gazifié, en vapeur nitreuse ou en vapeur nitrique, lesquelles se condensent en acides de ces noms. Il se forme en même-temps du nitrate d'ammoniaque avec une portion de cet alcali qui échappe à la décomposition. Il m'a paru que ce sel résultait de l'union immédiate de la vapeur nitreuse et de l'ammoniaque par l'intermède de la vapeur d'eau.

L'ammoniaque oxidée jusqu'à l'acidification ou dans la totalité de son hydrogène tant de combustible acidifiable que de métallisation alcaline, doit former de l'acide nitrique ayant son complet d'eau d'hydratation; c'est alors un métal acidifié sans addition d'eau. L'hydrogène sous-sulfuré aurait, par la même oxidation, de l'eau de solution; cependant, si l'on jugeait d'après le rapport comparé entre l'hydrogène dans l'ammoniaque et celui dans le gaz hydrogène sulfuré, le premier de ces corps devrait plutôt avoir de l'eau de solution que le second, ce qui conduirait à la conséquence qu'un combustible acidifiable vice-hydraté et dissout par l'hydrogène, et qui dans cet état manifeste des caractères acides, manifesterait des caractères alcalins en prenant d'avantage d'hydrogène; et l'azote, dans l'ammoniaque, ne serait en défaut d'être de l'hydrogène azoturé acide que par un excès d'hydrogène et par manque de pouvoir se constituer en plus basse hydrogénation.

L'ammoniaque ne préexiste point dans les substances animales, mais elle s'y forme lorsque, par la fermentation ou par la chaleur, l'azote organisé se décompose; l'eau dans ce cas se sépare de ce corps, se met avec l'acide sec du carbone qui cède en échange de l'hydrogène déjà séparé en vertu de l'organisation, d'avec l'acide, par de l'eau, et cet hydrogène se combinant avec l'azote, l'alcalise en ammoniaque, tandis que l'acide sec du carbone s'hydrate en acide gazeux.

Dans la nitrification naturelle, l'azote organisé de l'air étant soustrait à l'influence de la lumière solaire, et se trouvant en contact avec des terres solubles ou des alcalis, se décompose dans son hydrogène que l'oxigène de l'air brûle, tandis que l'acide sec, déposant l'eau qui l'organise, s'engage avec la terre ou l'alcali; et le nitrate qui en résulte est hydraté par les deux eaux. Dans les nitrières artificielles le même effet a lieu, partie par l'azote organisé de l'air et partie par celui également organisé des matières animales qu'on fait concourir à cette opération.

L'azote est, comme nous l'avons déjà dit, un composé d'acide nitrique sec et d'hydrogène. Sa capacité saturante avec les oxides, quel que soit le degré d'oxigénation auquel il se trouve, l'établit incontestablement. Décomposez par le feu du nitrate de potasse, le sel restera saturé ou neutre, aussi long-temps qu'il ne se dégagera que de l'oxigène et point d'azote, et lorsque ce dernier se dégagera, de la potasse deviendra libre dans le rapport de cet effet: il se formera successivement du nitrite, et du nitrite désoxigéné, sel composé de potasse et de gaz nitreux, lesquels sels seront aussi neutres que l'était le nitrate en possession de tout son oxigène d'adjonction, lequel n'est nullement proportionnant dans les engagemens des composés azotiques avec des oxides. L'azote reste le dernier avec la potasse, parce que c'est lui et non l'oxigène qui est le saturant et le proportionnant. Le rapport dans lequel le potassion est oxidé par l'oxigène de l'acide nitrique, dans la matière noire, semble établir une égale proportion entre l'oxigène de l'acidification sèche et celui de l'oxidation du métal qu'un acide sec sature en sel, ou bien il n'y a point de proportionnément défini, invariable, où il se fait par l'oxigène propre des acides secs, indépendamment de leur hydrogénation, oxidation, sous-acidification ou acidification.

Le nitrite de potasse une fois formé en nitrite désoxigéné, ne se laisse pas ultérieurement désoxigéner, à cause de la moindre faculté plusoxidante de l'oxide gazeux que du gaz oxigène, ou de la plus forte affinité de l'oxide de potassion avec celui-ci qu'avec l'oxide d'azote, et à plus forte raison de celui-ci; c'est pourquoi, lorsqu'on continue de décomposer ce sel, ce n'est plus de l'oxigène mais de l'azote qui se dégage, et le premier de ces corps reste en plusoxidation avec l'alcali. On peut réoxigéner le gaz-nitrite en nitrite et celui-ci en nitrate sans que le rapport proportionnel ou de neutralité varie.

L'azote ne peut être réduit immédiatement ou sur sa substance isolée, mais bien lorsque l'hydrogène l'a composé en oxide métallique. La matière noire de l'auteur est, comme nous venons de l'avoir vu, de l'azote substitué dans l'eau propre de son acide par l'hydrogène du potassion et adhérent à l'oxide de ce métal; et le soufre qui, avec le potassion, est combiné en ce qu'on nomme sulfure réduit, doit être du soufre réduit dans l'oxigène de son acide, ou déplacé par l'hydrogène dans l'eau de ce corps. L'oxigène résout la matière noire en oxide de potassion et en azote régénéré, et l'eau la résout dans le même oxide et recompose l'azote en ammoniaque; l'hydrogène pourrait ainsi composer le même corps en métal.

Le gaz muriatique oxigéné doit décomposer la matière noire en formant du muriate sec de potasse et en réoxidant le combustible de l'azote en ce corps ou en azote ordinaire; car l'acide sec muriatique ne peut que se combiner avec l'oxide de potassion, et l'oxigène avec l'azote réduit. Dans l'hypothèse de la nature simple du gaz muriatique oxigéné, on peut dire que le gaz se combine avec le potassion, et que l'azote est libéré. Avec la matière olivâtre, sans l'obstacle de la chaleur produite par la combustion, le même gaz formerait du muriate sec de potasse, de l'ammoniaque serait régénérée et de l'azote serait rendu libre. L'hydrogène de l'ammoniaque de seconde oxidation acidifierait le gaz muriatique oxigéné en simple, et abandonnerait l'azote et l'eau que cet acide déposerait en s'engageant avec l'oxide de potassion, réoxiderait, sous hydrogénation, le combustible de l'azote en ammoniaque. L'azote dégagé ne serait alors pas celui de l'azoture, mais de l'ammoniaque d'oxidation, de l'azoture et indécomposée.

IV. *Du soufre.*

1. Le soufre est une substance bien connue qu'on trouve naturellement en différentes parties du monde, et que par la distillation on peut obtenir du minéral appelé pyrite.

Il est friable, modérément dur, d'une couleur

jaunâtre. Il a un goût et une odeur particulière. Il est non-conducteur de l'électricité. Sa pesanteur spécifique est de 1990. On le trouve souvent sous des formes régulières, ordinairement sous celles d'octaëdres, et alors il est plus ou moins transparent. Suivant le docteur Wollaston, son pouvoir de réfracter la lumière est à celle de l'eau comme 204 à 1336 : sa capacité pour la chaleur a été trouvée comme 1. 9 à 1. Il se fond à environ 220 ° de Fahr., et il se volatilise lentement, même avant de se fondre. A la température de 560 ° il devient fluide élastique, et dans cet état il s'enflamme par son contact avec l'air, et brûle avec une flamme bleue pâle.

2. Lorsque le soufre est échauffé au-dessus de 300 ° Fahr., il devient peu-à-peu épais et visqueux, et si alors on le coule dans un bassin plein d'eau, il prend une couleur rouge et devient mou comme de la cire. Dans cet état, on s'en sert pour recevoir l'empreinte de cachets et de médailles. Suivant le docteur Thomson, sa pesanteur spécifique s'augmente par cette sémi-liquéfaction jusqu'à 2325, ce qui rend probable que ses parties prennent un nouvel arrangement et sont davantage rapprochées que dans leur forme cristalline ordinaire. On a supposé que ce changement dépendait d'une combinaison avec de l'oxigène; mais, dans quelques expériences que je fis à dessin de m'assurer de ce fait, je ne trouvai pas que du soufre, que dans des vaisseaux clos l'on tint long-temps échauffé en contact avec du gaz oxigène, absorbât la moindre portion de ce gaz; et j'ai observé, comme le docteur Irvine, le jeune, que le changement de couleur avait lieu indépendamment de la présence de l'air.

Le soufre, par son échauffement à un degré supérieur à sa fusion, laisse par le calorique déplacer son hydrogène près de son acide, et se colore en rouge. Le même effet a lieu pour l'hydrogène du phosphore, de la matière colorante végétale, de la résine de gaïac, des oxides métalliques et pour un grand nombre d'autres corps qui se colorent en présence du soleil et par leur exposition à une chaleur rouge obscure. La lumière reste fixement combinée avec ces corps, tandis que le soufre perd, après quelque temps, le calorique qui déplaçait son hydrogène, et reprend sa dureté et sa première couleur: la présence du calorique est en même temps la cause de sa molesse.

Le phosphore qu'après sa fusion on fait brusquement refroidir noircit, et, suivant l'observation de Boeckmann et de Vogel, il se fonce en couleur par son exposition au soleil. La fusion et un refroidissement lent le remettent dans son premier état; ce qui a aussi lieu pour le soufre. Le froid surprend le calorique qui est uni à l'oxigène de l'acide, et le plus grand figement qui en est l'effet fait que l'hydrogène n'est plus assez libre dans son mouvement pour reprendre sa place près de l'acide; et la chaleur retenue ne dilate pas le soufre, à cause qu'elle n'y existe point comme calorique de température, mais comme de cet agent, ayant par un engagement chimique pris près de l'oxigène la place de l'hydrogène. Le soufre sémi-liquéfié, comme la glace fondue, acquièrent plus de densité en perdant leur forme cristalline. L'eau aussi n'est pas dilatée par le calorique de sa stricte fusion, parce qu'il ne s'y fixe pas comme chaleur, mais comme saturant supplémentaire de l'oxigène.

3. Le seul composé bien connu du soufre avec l'oxigène est un fluide gazeux, appelé, dans la nomenclature moderne, *gaz acide sulfureux*. On l'obtient en faisant échauffer du soufre dans du gaz oxigène. L'expérience peut être faite dans une cornue de verre, et le soufre peut être porté en combustion à l'aide d'une lampe à l'esprit-de-vin : il brûle avec une belle flamme violette, et si le gaz oxigène a été soigneu-

sement rendu libre d'eau, le produit sera du gaz acide sulfureux. On peut également former ce gaz en faisant chauffer du mercure ou de la limaille de cuivre dans de l'huile de vitriol, et en recueillant le gaz sur du mercure.

Le gaz acide sulfureux a une odeur très-désagréable, qui est celle du soufre en combustion. Il rougit les couleurs bleues végétales ; et peu-à-peu il détruit la plupart de ces couleurs ; il blanchit plusieurs substances végétales et animales, et entre autres la soie et la paille ; et c'est à cause de cette propriété que la vapeur du soufre en combustion est employée dans le blanchiment.

Sa pesanteur spécifique est à celle de l'hydrogène comme 30 à 1, et 100 pouces cubes de ce gaz, à une température et une pression moyennes, pèsent environ 68 grains.

Le gaz acide sulfureux est absorbé par l'eau ; ce liquide en prend environ 30 fois son volume, acquiert un goût nausaubond sous-acide, et pèse 1. 0513, d'après la détermination du docteur Thomson.

Les phénomènes de la production du gaz acide sulfureux par la voie de la combustion rendent évident que ce gaz est composé de soufre et d'oxigène.

Dans plusieurs expériences où je fis brûler du soufre extrait de la pyrite martiale dans du gaz oxigène tenu sur du mercure et hors du contact de l'air et de l'humidité, je trouvai que le volume du gaz oxigène

n'était presque, pas altéré. La condensation ne surpassa jamais 1 douzième et rarement à 1 quinzième de pouce, et je suis porté à attribuer la perte de volume à la formation d'un peu d'oxide de soufre, ou à un peu d'hydrogène lâchement combiné avec ce combustible; de sorte qu'il y a tout lieu de croire que le gaz acide sulfureux est du soufre dissout dans un volume d'oxigène.

Cette conclusion est confirmée par quelques expériences touchant l'action du cinnabre, lequel consiste en soufre et en mercure, et touchant celle du soufre lui-même sur des oxides métalliques.

Deux quantités égales d'oxide rouge de mercure, pesant chacune 10 grains, furent échauffées, l'une seule et l'autre en mélange avec du soufre; elles donnèrent des volumes à-peu-près égaux de gaz. L'un gaz, qui comprenait 2 pouces cubes, et l'autre qui comprenait 2 et 2 dixièmes de pouces cubes était du gaz oxigène et 1 dixième était du gaz acide sulfureux pur. On fit des expériences semblables en substituant du cinnabre au soufre, et le résultat fut le même.

En comparant entre elles les pesanteurs spécifiques des gaz acide sulfureux et oxigène, et en soustrayant la pesanteur du dernier gaz de celle du premier, on trouve que le gaz acide sulfureux consiste à-peu-près en parties égales, en poids, de soufre et d'oxigène.

4. Si une solution de gaz acide sulfureux dans l'eau est exposée à l'air, elle prend son odeur particulière et devient fortement acide; et les expériences qu'on

fait touchant les effets de sa solution sur l'air démontrent que l'air est absorbé.

Le gaz acide sulfureux peut façilement être expulsé de sa solution récente dans l'eau ; mais, lorsque par une exposition à l'air il a éprouvé un changement dans sa nature, l'eau seule est séparée par la chaleur ; et en poussant le feu d'évaporation jusqu'à ce que la température ait atteint 546°, on trouve que le résidu est la même substance que *l'huile de vitriol*: il ne se sera dégagé que de l'eau, c'est pourquoi l'huile de vitriol contient le soufre davantage oxigéné que dans l'acide sulfureux. Une autre expérience démontre que cet acide contient également de l'eau : cette expérience, lorsqu'elle est faite avec précision, démontre parfaitement la nature et la composition de cet acide ; elle consiste à faire rougir au feu un tube de porcelaine et à pousser à travers ce tube, de l'huile de vitriol la plus concentrée, mise en état de vapeur ; une partie de l'acide sera décomposée, et les produits gazeux seront deux parties de gaz acide sulfureux et une partie de gaz oxigène ; et le produit liquide sera un acide plus faible et tel qu'on l'obtient en diluant dans l'eau l'acide qui fait le sujet de l'expérience.

Les composés qu'on forme en ajoutant de l'huile de vitriol à des terres alcalines libres d'eau autant que nos connaissances nous permettent de les juger telles, si on les échauffe jusqu'au rouge, ils laissent dégager de l'eau ; et si, d'après des résultats de ce genre, on estime la quantité de ce fluide contenue dans l'huile de vitriol la plus forte, on peut conclure qu'elle en possède environ 19 pour cent, et sa composition peut

être exprimée comme suit : 30 de soufre, 45 d'oxigène et 17 d'eau.

Dans les procédés ordinaires des fabriques, on fait l'huile de vitriol en brûlant du soufre mêlé avec environ 1 septième de son poids de nitre et placé sur des plats de fer ou de plomb, en communication avec des chambres de ce dernier métal, dont le sol est couvert d'eau à plusieurs pouces de hauteur. La véritable théorie de cette opération n'a jusqu'ici été donnée dans aucun ouvrage de chimie.

Le soufre en brûlant forme du gaz acide sulfureux, et l'acide dans le nitre est décomposé sous dégagement de gaz nitreux. Ce gaz, venant en contact avec l'oxigène de l'air atmosphérique, forme du gaz acide nitreux, lequel n'exerce sur le gaz acide sulfureux aucune action tendante à se convertir en acide sulfurique, à-moins que de l'eau ne soit présente; et encore, lorsque ce liquide ne se trouve que dans une certaine proportion, l'eau, le gaz acide nitreux et le gaz acide sulfureux se combinent ensemble et forment un composé solide, blanc et cristallin. Par la grande quantité d'eau qu'ordinairement on met au fond des chambres, cette combinaison est promptement décomposée; il se forme de l'huile de vitriol et il se dégage du gaz nitreux, lequel, en venant de-nouveau en contact avec l'air, se transforme une seconde fois en gaz acide nitreux; et le procédé continue, d'après le même principe de combinaison et de décombinaison, jusqu'à ce que l'eau, au fond de la chambre de plomb, soit devenue fortement acide. On peut facilement prouver la vérité de ce raisonnement: mêlez ensemble du gaz acide sulfureux sec et du gaz acide nitreux, en lais-

sant monter le premier gaz dans un récipient vide d'air et à moitié rempli du premier, il n'y aura aucune action entre les deux gaz; cependant, en introduisant dans le mélange une goutte d'eau, à l'instant il se fera une condensation, et une belle substance blanche, solide et cristallisée couvrira agréablement les parois internes du récipient; en mettant ensuite dans le récipient suffisamment d'eau, du gaz nitreux sera dégagé avec violence, et l'eau sera trouvée contenir de l'huile de vitriol.

Le composé concret cristallin, d'après les produits de sa décomposition par l'eau, doit contenir quatre volumes de gaz acide sulfureux et trois de gaz acide nitreux, sans doute en deux ou trois proportions avec une proportion d'eau; car le gaz acide nitreux contient 2 tiers de son volume d'oxigène lâchement combiné, et le gaz acide sulfureux exige la moitié de son volume de gaz oxigène, pour devenir, à l'aide de sa condensation par l'eau, une solution d'huile de vitriol.

M. Dalton, qui a adopté l'opinion de MM. Clément et Desormes sur la décomposabilité du gaz acide nitreux par le gaz acide sulfureux, laquelle n'est point exacte, suppose qu'il existe un acide sulfurique solide dans lequel l'oxigène est à celui dans l'acide sulfureux comme 3 à 2; mais la substance qu'il suppose être de l'acide sulfurique solide est le corps cristallin dont on a ci-dessus fait connaître la nature; et jusqu'ici on n'a point obtenu à l'état isolé un corps auquel l'on puisse donner le nom d'acide sulfurique pur, c'est-à-dire, une substance consistant en 30 de soufre et 45 d'oxigène.

Le

Le terme d'acide sulfurique est improprement appliqué à l'huile de vitriol très-concentrée, ce corps, conformément aux principes de la nomenclature française, devant être nommé *acide hydro-sulfurique*.

L'huile de vitriol du commerce, dont la pesanteur spécifique est de 1. 85, se vaporise à 550° Fahr., et passe à la distillation sans s'altérer; c'est pourquoi de l'acide faible, lorsqu'on le fait bouillir, laisse échapper de l'eau, et peut être porté à cet état de concentration. Il existe un acide dilué de la pesanteur spécifique de 1. 78, lequel se congèle à une température au-dessous de 46° Fahr. Il est curieux que cet acide, d'après la détermination de M. Dalton, contienne exactement deux fois autant d'eau que l'acide à 1. 85. Il est composé, d'après mes expériences, de 30 de soufre, 45 d'oxigène et 34 d'eau.

L'huile de vitriol pure est une substance corrosive; elle agit très-énergiquement sur les matières végétales et animales; elle attire promptement l'humidité de l'air et excite une forte chaleur lorsqu'on la mêle avec de l'eau; elle rougit les couleurs bleues végétales et agit avec une grande force sur les substances alcalines et sur certaines terres et certains oxides métalliques; et l'union de son soufre et de son oxigène avec ces corps produit des sels neutres.

Le nombre représentant le soufre, comme il résulte de la composition de l'acidesulfureux, est environ 30; et comme ce gaz contient deux proportions d'oxigène, deux fois 15, il semble probable qu'il existe un oxide de soufre consistant en 30 de ce combustible et 15 d'oxigène.

J'ai examiné quelques échantillons très-colorés de soufre de Sicile, lesquels semblaient contenir un peu d'oxigène, et il est possible, comme je l'ai dit plus haut, qu'un peu de ce principe se condense dans le résidu de la combustion du soufre. Cependant, on ne connaît pas jusqu'ici de corps que proprement on peut appeler *oxide de soufre*.

— « Ce que nous avons dit à l'égard de la nature intime de l'azote est presque applicable au soufre; et l'un de ces corps est de l'acide sulfurique sec hydrogéné, comme l'autre est de l'acide nitrique sec hydrogéné. La combustion à sec du soufre convertit son hydrogène en eau sousoxidée, d'où résulte le gaz acide sulfureux; celle en contact avec l'eau convertit l'hydrogène en eau, et l'acide s'hydrate par ce liquide. C'est par le besoin d'un supplément d'eau que le soufre ne peut à sec s'oxider en acide sulfurique.

Cependant, le soufre ou l'acide sulfureux unis à un oxide sec auquel ils n'enlèvent point l'oxigène, s'oxident immédiatement en acide sulfurique, parce que l'oxide supplée au-delà au manque en eau. L'acide sulfurique ne semble pas, à défaut d'eau, se vice-hydrater par de l'acide sulfureux comme le fait l'acide nitrique par l'acide nitreux et par le gaz nitreux. »

L'acide sulfureux est du soufre dont l'hydrogène de vice-hydratation est sous-saturé d'oxigène à son état d'eau. On dirait que l'adjonction de l'oxigène, sans que son hydrogène devienne de l'eau, supplée à ce que ferait une addition d'hydrogène pour développer ses

caractères d'acidité, en mettant à nu l'acide sec préexistant dans ce corps.

Cependant l'acide sulfureux ne réagit par ses propriétés d'acidité qu'autant qu'il est hydraté par de l'eau: c'est pourquoi les substances sur lesquelles on veut le faire réagir comme décolorant ont besoin d'être mouillées.

Le soufre brûlant dans un air chaud et chargé à dessin de vapeur d'eau, et au-dessus de ce liquide chaud, se transforme en acide sulfurique et repand peu de lumière et à peine de la chaleur. C'est une formation lente d'eau dans laquelle le gaz oxigène n'est pas beaucoup plus déplacé dans son calorique que lorsqu'il se forme de ce liquide libre; tandis que le soufre brûlant à sec ne forme que du bas sousoxide d'eau dans lequel, à raison de la grande sursaturation par de l'hydrogène, l'oxigène est fortement déplacé dans son calorique, d'où la vivacité de la combustion; et c'est aussi ce qui est cause que de l'acide sulfureux dont on veut compléter l'acidification en déplaçant son hydrogène non-saturé à l'aide de l'eau on doit administrer une chaleur suffisante, afin de compléter le défaut de calorique du sousoxide d'hydrogène pour son proportionnément en eau; et cela fait aussi que, pour réduire le même acide sulfureux en soufre à l'aide de la substitution de l'hydrogène à son eau, on doit par du calorique proportionner celle-ci pour son existence libre avant que cet effet puisse être obtenu, tandis que presque à froid et sous un fort dégagement de calorique occasionné par l'hydrogène qui, près de l'acide sec sulfurique, se substitue à l'eau et

déplace de cet agent d'avec ce corps, le même effet est opéré sur de l'acide sulfurique. On connaissait tous ces phénomènes, mais on ne savait pas en rendre la moindre raison d'après aucune théorie; et même dans celle du phlogistique on devait trouver étonnant que du soufre moins déphlogistiqué produisît un dégagement plus abondant de la matière du feu que celui plus déphlogistiqué; et que cette analyse du soufre en acide sulfureux et acide sulfurique fût pleinement confirmée par la synthèse, en ce qu'il fallait plus de phlogistique pour la recomposition du premier acide que pour celle du second, en leur combustible primitif.

Le gaz acide sulfureux, à raison de l'eau qui manque à l'hydratation complète de son acide sec, s'hydrate par ce liquide, et le fait naturellement sous production de chaleur. La glace paraît être au degré précis de suroxigénation par déposition de calorique pour l'hydratation de l'acide sulfureux, puisqu'il s'en hydrate sans exciter, ni chaleur, ni froid. La glace se fond malgré qu'elle ne reçoive point de chaleur, à cause qu'elle est privée de la quantité juste de cet agent que le gaz sulfureux aurait déplacée d'avec l'eau; mais son oxigène sursaturant par défaut de calorique, est saturé par l'hydrogène de l'acide, et la portion neutre de l'eau, devenue indépendante de cet oxigène, reprend son état ordinaire de liquidité. La glace se fond parce qu'elle reçoit, en saturation de son oxigène, de l'hydrogène en place de calorique: ceci fait encore voir que la forme des corps n'est nullement dépendante de la quantité de calorique dont ils sont en possession; cette forme ne dépend pas même toujours de l'état de ce calorique. L'acide sulfureux rigoureusement hydraté

par de l'eau excite du froid en se dissolvant dans une nouvelle portion de ce liquide : il devient alors de nouveau libre d'hydratation, et c'est dans cet état qu'il est particulièrement disposé à être complété d'oxigène par son contact avec l'air. Il se forme de l'acide sulfurique libre ou également exempt d'hydratation par la présence de l'eau de solution.

Le gaz acide sulfureux, qui s'hydrate si évidemment avec la glace, doit être facile à se laisser substituer par du calorique près de l'oxigène de ce liquide, et le froid doit l'y faire adhérer plus fermement. C'est aussi ce qui arrive, et de l'acide sulfureux liquide laisse échapper de son gaz par l'échauffement, tandis que par le refroidissement, il en absorbe davantage et le retient même après la congélation.

Le gaz acide sulfureux sature les oxides avec la même capacité que l'acide sulfurique, et le soufre lui même ne sature seulement pas dans le même rapport les oxides qu'il ne peut réduire, mais encore les métaux. Je parle de ses combinaisons non-sursaturées, celles sursaturées étant très-ordinaires, et la sursaturation ayant lieu par diverses substances et en différens rapports, suivant la tendance à la vice-hydratation seulement ou en même temps à la solution. Le gaz acide sulfureux, engagé avec un oxide soluble, se sursature presque toujours de sa propre substance, et il le fait de soufre et d'hydrogène sulfuré ; et les sulfures des mêmes oxides sont également susceptibles de différens genres de sursaturation. Cette coïncidence de rapport est si frappante qu'un profond chimiste a cru devoir en conclure que le proportionnément avait lieu entre les radicaux des

corps et non entre l'oxigène de leur état d'oxidation et d'acidification; mais sa pénétration ordinaire, empêchée peut-être par le rapport de la proposition avec des principes auxquels on a à peine renoncé, ne l'avait pas encore conduit à voir dans les combustibles acidifiables des acides préexistans et hydrogénés, dont l'oxigène établit tous les rapports de proportionnément avec le même principe des autres corps oxidés, pour la saturation de l'hydrogène encore combustible des acides et non pour celle du même principe des oxides, puisque la moindre combustibilité de l'hydrogène dans les derniers corps détermine l'engagement des premiers dans une plus grande proportion; ce qui serait inverse si c'était pour les oxides que se fait la saturation. Il n'y a d'ailleurs, parmi les corps composés, que les acides secs qui manifestent le caractère de l'indispensable saturation. Si douc M. Berzelius, en établissant son principe de proportionnément entre les bases des corps, a cru pouvoir négliger la circonstance si décisive du changement de rapport avec le changement du degré d'oxidation, c'est que, sans admettre l'existence de l'oxigène dans les combustibles acidifiables et le proportionnément exclusif de l'oxigène des oxides avec celui-ci, les difficultés étaient beaucoup plus grandes que lorsque cette exception était admise. Les combustibles acidifiables se proportionnent avec les métaux comme ils le font avec l'hydrogène, savoir à un premier degré, qui est pour leur vice-hydratation complète par de l'hydrogène, et à un second, qui est pour leur solution par le même corps. Le carbone et le bore qui ont cet hydrogène au complet, et l'azote qui l'a peut-être en trop grand défaut, ne s'unissent pas volontiers aux métaux, et quand les deux

premiers combustibles s'y unissent, ils le font sans doute en déposant de l'hydrogène ou en se dépouillant de leur eau d'acidification sèche. Le carbone ne s'unit pas autrement au soufre, ni le soufre au phosphore.

La singulière décomposition réciproque à froid entre les gaz acide sulfureux et hydrogène sulfuré, semblerait dénoter que l'hydrogène de solution s'accompagne dans le dernier gaz d'assez de calorique pour, conjointement avec celui que l'hydrogène déplace d'avec l'acide sec du gaz sulfureux, proportionner l'eau au degré de sa séparation incombinée. J'ai déjà rappelé que pour le même effet le gaz hydrogène simple est absolument sans action. L'eau a une part à l'échange de principes entre le gaz acide sulfureux et le gaz hydrogène sulfuré, sans doute en enlevant en hydratation l'eau oxigénée par un défaut de calorique ; ce qui serait un moyen, sinon d'échauffement, du-moins de dispense d'échauffement de plus, lequel concourait à cette décomposition.

Le gaz acide sulfureux ne cède son eau de sous-acidification en échange d'hydrogène qu'à des métaux très-énergiques, et encore à l'aide de la chaleur qui la proportionne au degré de sa décombinaison ; on peut même dire, si l'on prononce d'après les poids, que la capacité de l'acide sulfureux pour la saturation des oxides est plus considérable que celle de l'acide sulfurique.

L'oxigène dans l'acide sulfurique n'est pas tout-à-fait proportionné de calorique jusqu'au degré de l'eau,

et l'oxigène de son eau d'hydratation ou plutôt cette eau ne pourrait oxider un métal thermoxigène, tel qu'est le mercure, sans qu'une chaleur sous-rouge n'y concoure, si l'acide, en transmettant au métal une partie de son eau, ne prenait en échange une portion correspondante d'hydrogène qui déplace d'avec l'eau restante ainsi que d'avec l'acide assez de calorique pour que l'oxide du métal soit proportionné dans le rapport de sa thermoxidité; d'où suit que, sans la formation de l'acide sulfureux, cet effet ne pourrait être obtenu. Il faut que l'acide perde son eau d'hydratation additionnelle avant que l'eau de la sousacidification du soufre puisse se séparer, à cause que le gaz sulfureux qui se trouverait dans la possibilité de prendre cette eau additionnelle enlèverait l'oxigène au mercure déjà oxidé. Aussi l'oxidation n'a-t-elle lieu que lorsque l'acide est très-concentré et à un degré très-élevé de chaleur obscure, et tel que la densité ou le peu de volatilité de l'acide et du métal permet de faire prendre à la matière.

Le gaz sulfureux que l'on mêle à sec avec du gaz oxigène ne saurait contracter de combinaison, parce que l'acide sulfurique ne peut exister sans hydratation additionnelle. Cependant, si par une chaleur ronge on déplace assez l'hydrogène du gaz acide sulfureux d'avec son eau de sousacidification ainsi que d'avec l'acide sulfurique sec, l'oxigène s'unit à ce principe, et il se forme de l'acide sulfurique fumant, lequel se condense par son contact avec l'eau.

Le gaz hydrogène sulfuré, dissout dans l'eau et mis en contact avec l'air, se transforme promptement en

acide sulfurique ; c'est que l'acide y est libre et peut être repris dans le même état de liberté par de l'eau d'hydratation et en même temps de solution, et que son double hydrogène déjà libre et encore déplacé par l'eau est facilement brûlé par l'air. Les sulfites, dont l'hydrogène non oxidé est rendu plus indépendant par la reprise en vice-hydratation de l'acide sulfurique sec par un oxide, et dont l'eau passe avec un léger supplément de calorique en sous-hydratation du sulfate sec, laissent de même ce principe s'oxider facilement à l'air, sur-tout avec l'aide de l'eau qui tend à s'y substituer.

L'acide sulfureux ne cède son eau de sous-acidification, même aux métaux les plus énergiques, qu'avec l'assistance de la chaleur qui la proportionne en eau décombinée ; le faible effet qui a lieu à froid paraît provenir de l'eau qui hydrate le gaz acide, et la chaleur qu'excite ce premier effet fait lentement continuer l'oxidation par l'eau du gaz.

Lorsqu'un mélange de gaz oxigène et de gaz acide sulfureux dans les proportions de l'acide sulfurique, avec une quantité d'eau insuffisante pour l'hydratation additionnelle, est fortement comprimé, le volume des gaz diminue, l'eau disparaît, et si on laisse l'accès de l'air peu-à-peu s'établir, la condensation s'achève insensiblement, le mélange devient nébuleux, et il se dépose des gouttelettes d'une substance visqueuse ou des filamens d'un corps concret. Si dans le mélange l'oxigène est en excès par un rapport double, et qu'on n'y mette point d'eau, la condensation est d'abord plus considérable et la nébulosité comme la concrétion sont

plus lentes à paraître. Des métaux quelconques, même les métaux thermoxigènes, tels que l'argent et autres, qu'on introduit dans le mélange gazeux, s'y oxident rapidement et se forment en sulfites : ces résultats qui ont été rapportés contre les derniers principes, et en preuve que l'oxigène déphlogistiquait l'acide sulfureux et le rendait apte à déphlogistiquer à son tour les métaux, ont ensuite été perdus de vue. On remarque aussi qu'un mélange de gaz acide sulfureux et de gaz oxigène, en surproportion, est plus lent à être condensé par l'eau que le gaz oxigène seul l'est à être absorbé par l'acide sulfureux liquide, ce qui dénote l'existence d'une combinaison qui satisfait en partie à l'affinité avec l'eau.

Le gaz acide sulfureux ne partage point son eau de sous-acidification avec le soufre, parce qu'il n'existe point de degré d'hydratation par l'eau qui soit inférieur à celui de cet acide ; et si de l'oxide de soufre se forme, ce n'est point dans un état incombiné ; cela a lieu parce que dans cet état l'acide sulfurique sec serait trop hydrogéné afin de pouvoir être hydraté, et la plus grande preuve que cet oxide n'existera jamais hors de combinaison, c'est que les sulfites sulfurés sont par les acides plus forts, décomposés en soufre et en acide sulfureux. Dans ces sels, le soufre vice-hydratant adhère plutôt à l'hydrogène déposé de l'acide sulfureux qu'à l'acide sec de ce corps ou à l'alcali, à-moins qu'il n'élève, comme je l'ai supposé, l'hydrogénicité de l'alcali à celle de l'acide : cependant quelques métaux se laissent substituer dans leur hydrogène par l'eau du gaz acide sulfureux, et s'oxident en partie et en partie se sulfurent par le soufre recomposé. Tout ceci prouve encore que l'eau que contient l'acide sulfureux est

d'hydratation sous-acidifiante, et que l'hydrogène qui dans le soufre surcombine l'acide sec est de vice-hydratation et en remplacement d'eau. Le gaz sulfureux ne paraît dans aucun cas déposer l'eau qui l'hydrate, sinon en échange avec une autre vice-hydratant. Une des grandes preuves de la préexistence des acides dans les combustibles acidifiables, se trouve dans le rapport de la capacité de salification entre les acides sulfurique et phosphorique, et l'acide carbonique, malgré que la quantité d'oxigène que le carbone fixe pour son acidification soit si supérieure à celle fixée par le soufre et le phosphore.

D'après les estimations les plus exactes, le soufre en s'acidifiant en gaz acide sulfureux laisse oxider en eau, par 16 parties d'oxigène, 2 parties d'hydrogène sur 15 parties de sa substance; et 30 parties de gaz acide sulfureux sont composées de 13 parties de soufre sous-hydrogéné et vice-hydraté par 17 parties d'eau. Les combustibles réduits, dans lesquels l'hydrogène est de constitution propre, acquièrent l'hydratabilité en se combinant avec l'oxigène, tandis que ceux à base d'acides secs, dans lesquels l'hydrogène est de vice-hydratation, acquièrent cette faculté en perdant de l'hydrogène que l'oxigène oxide en eau.

D'après les mêmes estimations, l'acide sulfurique, hydraté seulement par l'eau de son hydrogène propre, serait composé sur 30 de soufre, de 24 d'acide sec et de 51 d'eau; et l'acide rigoureusement hydraté par de l'eau additionnelle serait composé de 68 d'eau, contenant encore dans les 17 parties de ce liquide, lesquelles hydratent, par addition, 15 d'oxigène et [illegible] d'hydrogène.

Les sulfites ne brûlent par leur contact avec l'air qu'ensuite de l'affinité des sulfates pour être hydratés par de l'eau. Cela est si vrai que les sulfites, dont les sulfates sont insolubles, n'éprouvent point cette combustion, n'ayant aucune affinité pour s'hydrater quand ils n'en ont pas pour se dissoudre ; et les phosphites, dont les phosphates n'ont presque point besoin d'hydratation, sont aussi peu sujètes à cette combustion. L'eau qui se forme lorsque des sulfites complètent leur oxidation ne change en rien la neutralité, à cause que cette eau, ni l'oxigène qui la forme, n'ont aucun rapport avec l'état de neutralité du sel ; et un sulfure simple ou qui n'est point sulfuré et qui est du sulfate sec vice-hydraté par de l'hydrogène en place d'être hydraté par l'eau, se convertirait par sa complète oxigénation en sulfate hydraté par ce liquide, sans que l'acide ou l'oxide devînt le moindre peu en excès ; il en est de même des phosphites, des nitrites, etc.

Dans la formation de l'acide sulfurique, d'après les procédés des fabriques, il se forme d'abord du gaz acide sulfureux aux dépens de l'oxigène d'une partie de l'acide nitrique, qui est sous-composé jusqu'à l'état de gaz nitreux. Ce gaz condense l'oxigène de l'air pour se former en gaz acide nitreux ou acide nitrique vice-hydraté par du gaz oxigène ; et ce gaz déplacé dans une partie de son calorique devient propre à compléter l'oxidation de l'acide sulfureux moyennant la vice-hydratation de l'acide sulfurique par le gaz nitreux et par un peu d'eau. C'est ce qui forme la matière blanche cristalline d'avec laquelle de la nouvelle eau déplace le gaz nitreux, lequel se met en expansion, et l'alcali est hydraté par de l'eau seule.

On ne peut concevoir que du gaz acide nitreux serait vice-hydraté par du gaz acide sulfureux, le premier de ces gaz pouvant très-bien subsister sans vice-hydratation ultérieure, soit par de l'eau, soit par le premier gaz, taudis que de l'acide sulfurique sous-hydraté n'a point d'existence libre; et l'eau ne peut etre nécessaire que pour aider l'acide sulfurique à se former; et le facile déplacement du gaz nitreux par le contact de l eau fait clairement voir qu'il était surcombiné. On sait d'ailleurs que, dans un état bien moins coucentré, l'acide nitrique est déplacé par l'acide sulfurique en vapeur nitrique, comme l'acide muriatique est déplacé par le même acide en gaz muriatique. On n'a point encore tenté de décomposer le sous-sulfate de gaz nitreux à l'aide de la chaleur. Je conçois que la substance entière serait vaporisée, et qu'à une chaleur très-forte les trois gaz, élémens de ce corps, seraient séparés pour se réunir après la baisse de la température. Un peu d'eau, avec le concours de la chaleur, convertirait la matière blanche en vapeur d'acide sulfurique fumant et en gaz nitreux, et les oxides solubles enlèveraient l'acide sulfurique sous-hydraté à ce gaz.

L'acide sulfurique incolore, en reprenant de l'air la dose précise de son eau de solution, acquiert de la couleur; ce qui a lieu par l'acide sec qui devient sans hydratation, et, par conséquent, légèrement hydrogéné. La couleur jaune de l'acide ne provient d'autant plus sûrement pas d'autre cause que la vaporisation de l'eau dissolvante fait disparoître cette couleur.

Lorsque l'acide sulfurique oxide les nouveaux métaux, l'eau d'hydratation additionnelle est reprise en dépla-

cement amovible de l'hydrogène, et l'oxide s'engage indécomposé. Cette différence d'avec le mode dont les autres métaux s'oxident par l'acide sulfurique concentré dépend de ce que l'eau d'hydratation additionnelle, et peut-être une partie de celle d'hydratation propre, sont enlevées sans que du calorique déplacé par l hydrogène d'avec l'eau de sous-acidification et d'avec l'acide sec ait besoin de concourir à sa séparation. La matière blanche doit plus facilement oxider les métaux et brûler les autres combustibles que l'acide sulfurique, à cause que l'oxigène acidifiant de l'acide sulfureux y est moins condensé que dans l'acide complet ; il doit cependant le faire moins activement que la vapeur sulfurique où l'oxigène est encore davantage surcombiné de calorique.

Comme l'acide sulfurique se forme d'acide sulfureux et de gaz oxigène lorsque du gaz nitreux supplée à son défaut en eau d'hydratation, de même lorsqu'un oxide supplée à cette eau sa formation peut également avoir lieu. C'est ainsi que les oxides des sulfures que l'on grille à l'air déterminent l'oxidation complète de l'acide sulfureux en acide sulfurique, en satisfaisant l'affinité de vice-hydratation additionnelle de ce corps.

Il existe un état de l'acide sulfurique dans lequel les élémens de ce corps manquent d'un entier rapprochement par excès de calorique dans l'oxigène et par un défaut d'eau : c'est celui où cet acide est fumant. La composition dans cette vapeur est incomplète du côté de la substitution défectueuse de l'hydrogène de l'acide à l'oxigène, et de celui de l'eau coexistante qui participe à cet engagement imparfait ; de sorte que du

calorique est d'abord à déplacer d'avec cette eau et d'avec l'oxigène, et ensuite par l'acide sous-hydraté d'avec la nouvelle eau.

L'acide fulfurique fumant est de l'acide sulfurique ordinaire impregné de fumée ou vapeur sulfurique, comme l'acide nitrique rutilant où l'acide ordinaire est impregné de vapeur nitrique : on l'obtient dans cet état en préparant l'acide sulfurique d'après l'ancien procédé, lequel consiste à l'expulser du sulfate de fer rendu à oxide par la calcination et dépouillé d'une partie de son eau de cristallisation. La grande chaleur que cette opération exige sépare d'abord beaucoup d'eau et désengage incomplettement l'oxigène d'avec l'acide sulfureux en le surcombinant de calorique en remplacement d'eau : cet effet ne peut être obtenu sur de l'acide libre lequel laisse dégager au feu l'eau qui est en excès à l'hydratation strictement requise pour son existence incombinée, et qui suit son eau lorsqu'il est parvenu à ce degré de saturation avec ce liquide. L'eau de solution se vaporise par moins de chaleur que l'eau pure, à cause du calorique qui l'accompagne dans sa séparation, l'eau restante s'engageant avec l'acide par ce défaut de calorique, ou l'eau d'hydratation de la vapeur étant reprise par l'acide sans devoir se proportionner de nouveau de chaleur pour son état de liquidité, et tel qu'elle doit le faire lorsqu'elle est déplacée d'avec la vapeur sans entrer dans un nouvel engagement ; il se sépare en même temps une certaine quantité d'eau qui est encore d'hydratation, puisque sa remise avec l'acide excite de la chaleur ; aussi sa séparation demande-t-elle une plus grande dépense en calorique que celle de la vapeur dans l'eau pure. On peut dire que

l'acide sulfurique est volatil à un degré de chaleur qui est insuffisant pour le déplacer d'avec une certaine partie de son eau d'hydratation additionnelle.

Cependant, à une chaleur rouge brusquement appliquée dans un tube étroit que l'on fait traverser par de l'acide en vapeur, on obtient cette séparation; mais l'oxigène est complètement gazifié et l'acide est désuni dans ses élémens ; et lorsque la chaleur est insuffisante pour cet effet le déplacement de l'acide d'avec l'eau n'est que temporaire, et ces deux corps se rejoignent au décroissement de la température par défaut de la séparation à demeure de l'eau. Ces causes s'opposeront toujours à ce que de l'acide sulfurique fumant soit obtenu, tant d'un acide de saxe qui a cessé de fumer, que de l'acide préparé avec le soufre qui n'a jamais fumé.

Dans le sulfate fortement calciné, l'oxide de fer supplée à l'hydratation par l'eau et fait que la partie de l'acide qui devient vapeur sulfurique peut se défaire de ce liquide. Cependant à un certain degré de chaleur, et par la circonstance de l'état oxidé du métal, l'acide suit les dernières portions de l'eau d'hydratation du sel, plutôt que de rester en une combinaison qui devrait se constituer à sec ; état auquel peut-être ce sel répugne. Le sulfate est un instant à défaut d'eau vice-hydraté par l'oxide de fer que le passage de l'oxidulation à l'oxidation a rendu en excès ; et cette circonstance contribue peut-être à une séparation plus avancée de l'eau. Le sulfate de fer oxidinulé se cristallise parfaitement avec l'oxide qui le surcombine sous la forme d'une belle mousse couleur d'ocre,

tantôt pourpre et tantôt jaune. Le haut degré d'oxidation contribue ensuite à faire séparer l'acide.

Dans ce procédé, l'eau est séparée par le feu, et l'acide est quelque temps retenu en engagement ; en obtenant que l'eau soit retenue par un corps avide de ce liquide et sur lequel l'acide n'ait point d'action, l'acide pourrait être séparé par le feu et pourrait devenir fumant. La chaux sulfatée brûlée se prêterait peut-être à cet effet.

L'acide sulfurique fumant cesse de fumer par son contact avec l'air sans reprendre de ce fluide autre chose que de l'eau ; et le même effet est produit par l'adjonction de l'eau. Il cesse encore de fumer par un oxide qui, se substituant à l'eau près d'une portion de l'acide, laisse la vapeur s'hydrater au complet par cette eau ; et tous les vice-hydratans produisent le même effet.

L'acide fumant doit sa couleur brune rougeâtre à la combinaison de la vapeur sulfurique avec l'acide sulfurique, comme l'acide nitrique rouge doit sa couleur à la même combinaison. On peut faire disparaître cette couleur en expulsant la vapeur par le feu, et dans certaines circonstances on peut la faire reparaître. Fourcroy a le premier examiné et déterminé cet effet, malgré que son opinion sur la nature de l'acide fumant ne fût pas juste.

L'oxidation immédiate des métaux thermoxigènes, tels que le mercure et l'argent, qui a lieu dans la vapeur sulfurique isolée, sans le concours du calorique,

la combustion immédiate et vive du phosphore dans l'acide lui-même, et celle plus lente du soufre dans le même liquide avec libération d'acide sulfureux et formation d'oxide de soufre, démontrent assez l'état sous-gazeux, par forte saturation avec du calorique, dans lequel la fumée existe dans l'acide fumant. L'acide nitreux, celui du-moins qui consiste en acide nitrique imprégné de vapeur nitrique dans les proportions de cet acide, lequel est l'acide qu'on obtient de la distillation du nitre pur avec de l'acide sulfurique concentré, et qui est très-différent de l'acide imprégné de gaz nitreux ou de vapeur nitreuse, ou vapeur nitrique dans la proportion d'oxigène pour l'acide nitreux, cet acide, dis-je, brûle aussi, à raison de la plus forte saturation de son oxigène par du calorique, plus vivement tous les corps, et oxide jusqu'à l'or.

L'acide sulfurique fumant à encore de commun avec l'acide nitrique rutilant, que l'eau ne peut entièrement le décolorer, malgré que ses élémens se trouvent dans le rapport de l'acide saturé; ce qui dépend de l'incomplète combinaison entre l'oxigène et le gaz acide sulfurique par un excès subsistant de calorique.

Lorsque par l'acide sulfurique fumant comme par l'acide nitrique rutilant on veut agir, avec l'intention d'enlever l'eau, sur des substances à hydrogène amovible et tel que c'est le cas dans la préparation des éthers, on doit bien se garder de faire un mélange incomplet et sur-tout d'administrer, dans le principe, de la chaleur, à cause que ces substances seraient décomposées dans leur hydrogène, comme l'acide dans son oxigène, et qu'on serait exposé à des explosions; mais,

dans d'autre cas, ces acides, à raison du défaut d'eau de leur vapeur fumante, sont plus efficaces que les acides incolores. Les vapeurs sulfurique et nitrique dont on imprégne de l'alcohol, forment à l'instant de l'éther, mais brûlent avec les éthers formés. Ces vapeurs produisent dans un grand nombre de cas des actions analogues à celles du gaz muriatique oxigéné, avec la différence que leur oxigène étant amovible ils le cèdent aux corps combustibles sous dégagement de gaz acide sulfureux ou de gaz nitreux, et qu'ils ne retiennent l'eau qu'elles forment que lorsqu'elles se trouvent en grand excès, et ne sont qu'en partie décomposées. Cela explique comment de l hydrogène, suivant sa proportion, résout les vapeurs sulfurique et nitrique en ces deux gaz seuls, ou partie en ces gaz et partie en acides sulfurique et nitrique.

J'ai vu de l'acide de saxe qui avait été long-temps exposé à l'air de-nouveau fumer lorsqu'on l'imprégna de gaz acide sulfureux; ce qui prouva que, malgré que cet acide eût son complet d'eau, ses élémens manquaient toujours d un certain degré de rapprochement pour être de l'acide sulfurique. On sait que ce gaz déplace la vapeur sulfurique d'avec l'acide fumant, ou, suivant des circonstances que je n'ai pas encore bien définies, se combine avec la vapeur et forme une dissolution de couleur brune. Il se produit le même corps salin, comme lorsque de l'acide nitrique fumant par de la vapeur nitrique est imprégné d'acide ou de gaz nitreux. La formation de ce composé a fait croire à de bons observateurs, et entre autres à Fourcroy, que la fumaison de l'acide sulfurique de saxe dépendait de la présence du gaz acide sulfureux, et la circonstance

que par sa réaction sur des corps combustibles l'acide fumant laisse presque toujours échapper du gaz acide sulfureux, lequel est avec l'oxigène le composant de la vapeur, devait confirmer cette idée; et l'acide que l'on obtient en opérant avec du sulfate de fer qui n'a point été d'avance oxidé au rouge est toujours imprégné de gaz sulfureux à cause de l'oxigène que l'acide transmet au fer; et en poussant trop fortement le feu, lors même que le sel est à oxide rouge, une partie de l'oxigène se gazifie et l'acide est encore imprégné de gaz sulfureux. Il n'est donc pas étonnant que cette opinion, qui reposait sur des faits, ait eu longtemps du crédit.

On sait aujourd'hui que l'acide sulfurique fumant par de la vapeur sulfurique, comme l'acide nitrique, qui est rutilant par de la vapeur nitrique, cessent de fumer par leur contact avec l'air sans de ce fluide attirer, comme je l'ai déjà dit, autre chose que de l'eau.

Il est probable que le gaz acide sulfureux mêlé à sec avec du gaz muriatique oxigéné dans les dues proportions, étant imprégné de vapeur d'eau, reprendrait du gaz auquel il serait mêlé de l'oxigène assez dilaté pour former de la vapeur sulfurique; cette vapeur serait mêlée avec le gaz muriatique simple provenu du déplacement de l'oxigène par l'eau; mais elle pourrait en être séparée par plus d'eau. Fourcroy et Vauquelin ont obtenu cette vapeur pendant leur travail sur l'acide sulfureux; mais, opérant sur de l'eau, elle est promptement échappée à leur attention.

D'un autre côté, moyennant quelque changement, soit

de température, soit de pression, au procédé, l'oxigène d'une partie de la vapeur sulfurique pourrait se substituer à l'eau du gaz muriatique acide, et transformer ce gaz en muriatique oxigéné, tandis que l'eau reprise par une autre partie de l'acide la condenserait en acide fumant. Les produits seraient de cet acide imprégné de gaz sulfureux du gaz sulfureux libre et du gaz muriatique oxigéné en combinaison peut-être avec le gaz sulfureux; ce qui formerait deux acides unis par un défaut d'eau d'hydratation et qu'un supplément de ce liquide résoudrait en acides isolés.

On a encore à voir d'où dépend la couleur de l'acide brun de saxe, laquelle est bien différente de celle que prend l'acide ordinaire par un peu d'hydrogéno-carbone. Cette couleur est sur-tout manifeste dans l'acide qui a éprouvé la plus forte chaleur et qui est le plus concentré ou qui passe le dernier à la distillation, et dans lequel l'oxigène serait par conséquent le moins condensé. La vapeur nitrique, qui résulte du mélange du gaz nitreux avec le gaz oxigène, colore aussi davantage l'eau ou l'acide par lesquels on l'a fait absorber, que la vapeur d'un acide blanc qui a été décomposé par une forte chaleur.

C'est la facile séparation, tant de l'acide sulfureux que de l'oxigène d'avec l'acide fumant et sur-tout d'avec sa vapeur, qui fait que la propriété de fumer a été attribuée, tantôt à un excès du premier corps et tantôt à un excès du second; mais cet acide n'existe, ni par plus, ni par moins d'oxigène que l'acide ordinaire.

Ce qui prouve encore l'état plus raréfié et moins intimément combiné de l'oxigène dans l'acide fumant,

c'est que même avec une densité à son désavantage cet acide excite avec l'eau incomparablement plus de chaleur que l'acide ordinaire, et qu'il enflamme les corps organisés, et produit, avec la magnésie caustique, le phénomène d'étincellement, deux effets qu'on a inutilement tenté d'obtenir des acides non-fumans les plus concentrés; et lorsque par de l'acide fumant on décompose du nître, l'acide qu'on obtient est beaucoup plus coloré et plus élastique que s'il avait été décomposé par un acide davantage concentré, par la double raison que l'acide fumant reprend plus d'eau et qu'il dépose beaucoup plus de calorique; car dans la rutilance de l'acide nitrique, c'est autant le calorique que l'acide s'incorpore pour la sous-gazification de l'oxigène que la soustraction de l'eau, qui lui communique cet état.

Une partie de la vapeur de l'acide fumant semble former avec le soufre un oxide par lequel une autre partie se sature en vice-hydratation saline faute d'eau; et le sel vice-hydratant une troisième partie de la vapeur, et ce surcomposé se dissolvant dans l'acide ordinaire, le colore en bleu. Du gaz acide sulfureux est dégagé à mesure que le soufre s'empare de l'oxigène; et le sel peut être résout en ses élémens, dont l'un est la vapeur sulfurique et l'autre l'oxide de soufre; mais celui-ci, ne pouvant exister hors de combinaison, se partage en soufre désoxidé, en ce combustible ordinaire et en acide sulfureux. C'est ce qui est résulté des expériences de Bucholz, et de Vogel, de Bayreuth.

L'eau, en dispensant l'acide fumant d'être vice-hydraté par du sel de soufre, précipite d'abord celui-ci et

ensuite le décompose en le faisant passer par les nuances colorées de moindre saturation par l'acide, jusqu'à parfaite résolution en acide ordinaire et en soufre régénéré. Aussi le sel bleu déjà dissout dans l'acide non-fumant refuse-t-il de se combiner avec d'autre acide de la même nature. L'acide sulfurique fumant, comme l'acide nitrique rutilant et l'acide muriatique oxigéné, décomposent le sel en oxigénant l'oxide de soufre en acide complet, le premier corps en dégageant le gaz acide sulfureux de sa vapeur, le second en dégageant simplement du gaz nitreux et en cédant de l'eau, et le troisième en laissant déplacer son oxigène par de ce liquide et en transmettant ce principe à l'oxide de soufre et de l'eau à la vapeur sulfurique; et dans les trois cas, la quantité de l'oxigène doit être suffisante pour acidifier du soufre réduit.

On remarque qu'à mesure que le sel est décomposé, il se dégage de la vapeur sulfurique conjointement avec du gaz acide sulfureux.

Par la chaleur l'oxide de soufre est acidifié en *eux* et se dégage sous cette forme conjointement avec le gaz acide sulfureux de la vapeur dont l'oxigène produit cet effet. C'est du sel à acide de vapeur sulfurique et à oxide de soufre, dont l'oxigène excédant à l'état de gaz acide sulfureux se répartit sur toute la masse radicale de soufre et la convertit en ce gaz. Il y a encore en ce sel un proportionnément déterminé qui est très-instructif. L'acide est ensuite sans fumaison. La vapeur sulfurique que le sel de soufre vice-hydratait est en même-temps dégagé par la chaleur.

La substance qui colore l'acide en bleu est du sel

de soufre vice-hydratant de la vapeur ; celle qui le verdit est de ce sel seul, ou du composé neutre vice-hydratant de la vapeur ; et le corps qui rend l'acide brun est de l'oxide de soufre formé en sel par de l'acide simple, ce qui explique pourquoi l'acide bleu dégage seul de la vapeur sulfurique quand on le mêle avec de petites portions d'eau.

L'addition du soufre à l'acide bleu désoxide une partie de la vapeur par laquelle le sel est vice-hydraté et dont l'acide sulfureux se dégage, et l'oxide de soufre se combine en sel avec l'autre partie ; alors la liqueur est verte ; plus de soufre décompose ce sel, et il se forme de l'oxide que l'acide non-fumant compose en sel.

Quel que soit le procédé par lequel on sépare le soufre combiné avec l'acide fumant, on ne retrouve pas à-beaucoup-près toute la quantité de ce combustible, l'oxigène de la vapeur sulfurique acidifiant en acide sulfureux la moitié de la quantité qu'elle-même dépose en cet acide.

Le phosphore, au lieu de s'emparer de l'oxigène de la vapeur sulfurique, laisse déplacer son hydrogène par l'eau d'une portion de l'acide ordinaire en échange de son hydrogène, lequel se substituant à cette eau compose en soufre l'acide sec du soufre : cet effet est le plus immédiat et le plus facile à obtenir.

Lorsqu'au-dessus d'un acide sulfurique fumant on tient en état de forte compression du gaz hydrogène, ce gaz se condense ; il se repand une forte odeur d'acide sulfureux, et l'acide cesse de fumer. Du même gaz comprimé dans une vessie et en combustion, dont on pro-

mène la flamme au-dessus de l'acide fumant échauffé dans un vase à large ouverture, le rend quelquefois bleu, et dans ce cas il ne se produit que peu ou point de gaz sulfureux.

La vapeur sulfurique ne rougit pas la couleur bleue végétale et ne corrode pas d'abord la peau, parce que c'est encore plus d'acidification que d'hydratation dont cette vapeur a besoin; et son acide est trop peu développé pour agir sur la couleur. Ce sont là des preuves bien évidentes, à-la-fois de son état sous-hydreux et de son engagement sous-acide.

La vapeur cristallisée est proprement de l'acide sulfureux vice-hydraté par de l'oxigène qui se cristallise, et non de l'acide sulfurique; toutefois de l'eau concourt à cet effet; car, dans la vaporisation de la substance cristallisable, il doit se séparer de l'eau, puisque l'acide dévient plus concentré, à-moins que la concentration ne consiste en prise de densité par l'expulsion d'une matière rare sous-gazeuse : le sel d'ailleurs est composé d'acide ordinaire et de vapeur.

Le soufre traité avec l'acide nitrique donne, suivant les proportions, ou de l'acide glacial, qui est du sulfate de gaz acide sulfureux, ou de la vapeur sulfurique cristallisée : le caractère physique du premier sel est de ne pas fumer par son contact avec l'air.

M. Pfaff, qui, d'après la dissolubilité de l'argent dans l'acide sulfurique fumant, avait, ainsi que M. Chaptal, regardé cet acide comme hyperoxigéné, dit cependant que par aucun moyen de sousoxidation il

n'a pu en enlever l'oxigène à un point qui le laissât à l'état d'acide sulfurique ordinaire, mais que, quelque faible que fût la réaction, l'acide était constamment sous-oxigéné jusqu'à l'état de gaz acide sulfureux, ce qui dénotait incontestablement que l'oxigène d'acidification complète était seul séparé.

M. Guyton de Morveau, dans son immortel article *Acide* de l'*Encyclopédie méthodique*, avait parfaitement jugé la nature de l'acide sulfurique fumant, en démontrant sur-tout que la vapeur sulfurique se condense sans dégager du gaz acide sulfureux, et que cette vapeur, pas plus que l'acide fumant, n'absorbe l'oxigène de l'air.

M. Vogel, de Bayreuth, a vu plusieurs des circonstances ci-dessus mentionnées, mais je les avais fait connaître avant lui dans mes *Lettres à Bucholz.* » —

5. Le soufre et la chlorine exercent une attraction chimique l'un sur l'autre. Le docteur Thomson fut le premier qui, en 1804, obtint cette combinaison, en faisant passer de la chlorine sur des fleurs de soufre. On se procure plus promptement ce composé, en faisant chauffer du soufre dans une cornue pleine de chlorine. Ces deux corps s'unissent et forment une substance liquide qui est volatile au-dessous de 200° Fahr., et qui se condense contre la partie froide de la cornue. Etant vue par la lumière réfléchie, elle paraît rouge; par la lumière transmise, sa couleur est vert-jaunâtre; elle fume lorsqu'on l'expose à l'air et repand une odeur qui ressemble à celle des algues marines, mais elle est beaucoup plus forte; elle affecte les yeux de la

même manière que la fumée de poix. Suivant le docteur Thomson, sa pesanteur spécifique est de 1.6.

Ce composé ne rougit point le papier teint en tournesol qui est bien sec. Lorsqu'on l'agite avec l'eau, ce liquide se trouble par le soufre qui se sépare, et devient fortement acide, et, lorsqu'on examine l'eau, on trouve qu'elle contient de l'huile de vitriol.

D'après mes expériences, 10 grains de soufre pur absorbent approchant 30 pouces cubes de chlorine; ainsi le composé contient environ 30 de soufre sur 68. 4 de chlorine; 30 de soufre sur 67 de chlorine donnerait une proportion de soufre sur deux de chlorine; ce qui, suivant toutes les probablités, doit être la juste estimation; car mes expériences furent faites dans des cornues garnies de robinets de métal, lesquelles ont dû absorber un peu de chlorine.

Le composé obtenu de la manière qu'il vient d'être dit ne peut prendre davantage de chlorine; mais j'ai reconnu qu'à l'aide de la chaleur il peut encore dissoudre une portion considérable de soufre, et qu'alors il devient de couleur jaune de tan.

Le docteur Thomson nomme cette substance acide muriatique sulfuré; mais rien ne prouve qu'elle contienne de l'oxigène. Conformément à l'idée que j'ai proposée dans les *Philosophical Transactions*, pour 1811, d'appeler les composés de chlorine par les noms de leurs bases, avec une terminaison en *ane*, son nom doit être *sulfurane*.

— « Dans la combinaison entre le soufre et le gaz muriatique oxigéné, l'hydrogène de vice-hydratation du premier corps se combine avec l'oxigène de même qualité du second ; mais la saturation n'est pas complète, à cause d'un excès d'hydrogène dans le soufre pour l'oxigène dans le gaz muriatique oxigéné; ce qui prouve que le proportionnément se fait entre l'oxigène des deux acides, sulfurique et muriatique, secs.

Le composé de Thomson forme un engagement entre deux acides secs cohérens par un défaut d'eau d'hydratation, dont la quantité n'est que pour un acide; ce qui fait que ses élémens ne peuvent être séparés, un acide sec ne pouvant subsister avec une demi quantité d'eau ou d'un vice-hydratant quelconque, et encore moins sans eau ou sans ce corps; et l'un des acides doit être considéré comme vice-hydratant l'autre, et leur union comme étant en outre hydratée par de l'eau à la manière des sels. Il est probable que le composé est un muriate sec d'acide sulfureux, et qu'à l'aide de la décomposition par l'eau ce liquide se met d'abord, près de l'acide muriatique sec, à la place de l'acide sulfureux, et qu'au moyen de la chaleur une partie de cet acide, par l'accumulation de tout l'hydrogène sur une portion de l'acide sec et de toute l'eau sur l'autre portion du même corps, se repartit en acide sulfurique et en soufre régénéré. On sait que par le même moyen les acides phosphoreux et sulfureux éprouvent, avec le concours de l'eau, le même partage en acide complet et en combustible régénéré.

Le composé saturé de gaz muriatique oxigéné peut prendre une nouvelle quantité de soufre; alors le mu-

riate d'acide sulfureux se vice-hydrate par ce combustible, ou de l'oxide de soufre forme avec l'acide muriatique sec un sulfate de ce corps, ce qui est aussi probable. L'oxide de soufre ou ce combustible d'avance oxidé pourrait sans doute le faire par d'autres corps ; le soufre oxidé se constituerait, comme le fait l'oxide de carbone, avec le gaz muriatique oxigéné en acide double sémi-hydraté, et que de l'eau hydraterait en ses acides composans ordinaires, et la différence d'avec le sel précédent consisterait dans l'oxigène dont le soufre serait déjà pourvu.

Le gaz acide muriatique, mêlé à du gaz sulfureux, que l'on traiterait à une chaleur rouge, ne serait probablement pas substitué dans son eau par le gaz acide sulfureux ; mais le gaz muriatique oxigéné pourrait, dans le même cas, déposer son oxigène sous forme de gaz, et produire, avec le gaz acide sulfureux, du composé de Thomson.

On pourrait aussi essayer le mélange des gaz muriatique oxigéné et acide sulfureux sur lequel on ferait réagir du gaz hydrogène sulfuré. Il pourrait s'établir un engagement avec intervention d'un peu d'eau qui serait cohydratante, de la manière que cela se fait dans les engagemens du soufre avec la vapeur sulfurique.

On essayerait aussi, avec espoir d'un produit nouveau, l'action des muriates suroxigénés et de l'oxide rouge de mercure, tant sur le soufre muriatisé que sur celui sous-muriatisé ; par le premier mélange on aurait du soufre oxidé d'avance ou acidifié sans eau d'addition, lequel peut-être, à cause de son état sous-hydraté, ne décomposerait pas le muriate ; et s'il le dé-

composait, on aurait du sulfate acidiuulé par deux quantités d'acide muriatique sec ; et, par le second mélange, on aurait le même oxide ou acide, et du mercure réduit ou composé en sulfure : on sent que ces différences doivent dépendre du composé saturé ou sursaturé de soufre qu'on emploie.

Le soufre existe probablement dans le composé de Thomson à l'état d'oxide, et lorsque, à cette substance, on ajoute de l'eau, la chaleur qu'excite en s'hydratant l'acide muriatique sec suffit, conjointement avec celle que l'hydrogène déplace d'avec l'acide sulfurique qu'il régénère en soufre, pour transférer l'oxigène de toute la masse d'oxide sur une portion de ce corps, et le transformer en acide sulfureux, tandis que la portion de l'oxide qui cède l'oxigène se désoxide en soufre, ce qui est le cas pour le soufre muriatisé ; une partie de l'acide sulfureux formé se sous-compose ensuite en soufre et en acide sulfurique : ceci arrive particulièrement lorsque l'on traite la liqueur avec assez peu d'eau, pour qu'il n'y ait de ce liquide que pour la stricte hydratation des acides et point pour leur solution, ce qui fait développer plus de chaleur. Cela est si vrai que l'hydrogène sulfuré ne décompose pas la liqueur, malgré le calorique de son hydrogène de solution, et que l'hydrogène pur qui est privé du secours de ce calorique le fait encore moins. Cependant si par de l'eau on partage d'abord l'oxide du composé en soufre et en gaz acide sulfureux, ce gaz est décomposé par le gaz hydrogène sulfuré et empêché de se sous-composer, à son tour, en soufre et en acide sulfurique.

Un autre fait est bien plus curieux encore; c'est l'action de l'ammoniaque sur le composé. L'hydrogène dans cet alcali est avec un défaut encore bien plus grand de calorique que dans le gaz hydrogène sulfuré et dans le même gaz pur, non en raison de son besoin propre ou de gaz indépendant, mais pour sa formation en eau avec l'oxigène de l'oxide de soufre et à cause du calorique qui est à substituer à cet hydrogène près de l'oxigène de l'acide nitrique sec dans l'azote; sans ce défaut de calorique, l'hydrogène de l'ammouiaque se substituerait près de l'acide sulfurique sec à sa part de l'eau, et le réduirait en soufre, tandis que l'acide sec muriatique, possédant sans partage toute la quantité d'eau que son oxigène a formée avec l'hydrogène du soufre, s'hydraterait en gaz acide muriatique; l'ammoniaque se combine donc indécomposée, et il est à croire que le muriate de cet alcali ne pouvant se former à sec, et l'acide sulfurique n'existant point composé dans la liqueur, c'est ce sel qui se forme et qui se vice-hydrate par l'oxide du soufre; de sorte que le composé ammoniacal serait dn muriate sec d'ammoniaque oxidosulfuré. La rencontre de la vapeur du composé de Thomson avec du gaz hydrogène sulfuré, dans un tube de porcelaine étroit et fortement échauffé, ainsi que celle de l'ammoniaque avec cette vapeur, dans les mêmes circonstances, produiraient de tous autres composés.

Le mercure aussi manifeste, par son incorporation à la liqueur de Thomson, des phénomènes qui sont dignes de toute notre attention. Bien certainement que de l'oxigène, qui, faute de calorique, ne peut être enlevé par l'hydrogène à l'oxide de soufre, doit pouvoir

l'être encore bien moins par le mercure, qui ne déplace d'avec l'oxigène à-beaucoup-près pas autant de calorique que le fait l'hydrogène, ou qui se combine avec l'oxigène par bien moins de ce principe. Il ne se forme cependant ici que cette combinaison avec l'oxigène, outre celles du soufre en acide sulfurique et en acide sulfureux, lesquelles fixent du calorique en place d'en déposer, et en fixent beaucoup, sur-tout la première ; mais une partie de l'oxide se réhydrogène en soufre, et ce soufre se surhydrogène en sulfure par du mercure réduit ; ce qui occasionne un fort déplàcement de calorique d'avec l'acide sulfurique sec, et fournit ce qui est exigé de cet agent, par le mercure pour s'oxider, et par une partie de l'oxide de soufre pour s'acidifier. La quantité du calorique déposé est même si considérable que le mélange est fortement échauffé : il serait impossible d'expliquer cet effet du mercure sur le soufre, sans admettre la présence de l'oxigène dans ce dernier corps.

On voit par ces faits que les décompositions ne sont souvent rendues impossibles que parce que du calorique est en défaut pour la combinaison que le corps décomposant devrait contracter avec l'oxigène du corps à décomposer.

Avec un métal susceptible de se sous-sulfurer et qu'on incorporerait en proportion assez faible pour la sous-sulfuration, la décomposition n'aurait pas lieu, parce que la seconde proportion du métal serait de solution pour l'acide sec du soufre, et par conséquent fixerait presque tout le calorique que déplacerait la première portion.

Le

Le gaz muriatique oxigéné, saturé de soufre, contient une proportion de ce combustible, dans laquelle, en supposant que cette combinaison forme un muriate à oxidule, 25 d'oxigène se trouveraient avec 100 de soufre ; et le soufre saturé de gaz muriatique oxigéné, en le supposant formé en muriate à oxidule, aurait le double du même principe : il faudrait dans ce cas que l'oxidule comme l'oxide fussent engagés avec l'acide muriatique sec dont le soufre aurait repris tout l'oxigène, et alors le nom de muriate conviendrait très-bien à ces composés, et l'un pourrait être appelé *muriate*, comme ayant, en raison de la plus forte proportion d'oxigène dans le soufre, la plus grande quantité d'acide et bien le double de ce corps, et l'autre pourrait être appelé *sousmuriate,* comme n'ayant pour la même quantité de soufre que la moitié de l'oxigène et la moitié de l'acide.

On n'a pas déterminé avec précision quel est le changement que la distillation fait éprouver à la liqueur de Thomson. Cette opération laisse du soufre pour résidu, et le liquide distillé est plus limpide. L'oxide repartit-il son oxigène de manière à ce que du soufre soit réduit et que de l'acide sulfureux soit formé, alors la liqueur serait du surmuriate ou de l'acide sulfureux en combinaison avec de l'acide sec muriatique, et la neutralité subsisterait, puisque l'oxigène reste avec le corps oxidant : c'est l'addition du calorique qui détermine cet effet ; et que sait-on si, en répétant l'opération à une chaleur de plus en plus intense et jusqu'à ce qu'il ne se dépose plus de soufre, on n'obtiendrait pas une combinaison d'acide sulfurique saturant par vice - hydratation de l'acide sec muriatique, laquelle par l'addi-

tion de l'eau, serait convertible en acide muriatique et en acide sulfurique complet.

La séparation du soufre d'avec le composé, tant par la distillation que par l'eau, ne prouve précisément pas que ce combustible y existe à l'état d'oxide, parce que le gaz acide sulfureux se sous-compose en acide sulfurique et en soufre, comme l'oxide de soufre se sous-compose en ce combustible et en acide sulfureux; et dans cette hypothèse, ou en supposant que dans le composé le soufre existe en combinaison immédiate à l'état d'acide sulfureux, alors le gaz muriatique oxigéné, saturé de soufre, serait du muriate à acide sulfureux sur-sulfuré, et le soufre saturé de gaz serait le même muriate sulfuré, et la liqueur de première distillation serait du muriate à acide sulfureux simple. Cette manière différente de considérer la nature de ces engagemens ne change rien dans le rapport nécessaire entre leurs principes.

Sans doute qu'à l'aide de la chaleur, non pas précisément de l'inflammation du soufre, laquelle, en luminisant le calorique, détermine plutôt une séparation qu'une adjonction de cet agent; mais, à l'aide de la vaporisation, par exemple, du soufre dans du gaz muriatique oxigéné très-échauffé, on formerait directement, sinon du composé à acide sulfurique, du-moins à acide sulfureux; et cette méthode présenterait la circonstance favorable à ce genre d'engagement de porter peu de soufre en contact avec le gaz; ce dont le contraire arrive dans les procédés ordinaires et fait que le gaz est plutôt sur-saturé que sous-saturé de soufre.

Il est facile de prévoir quelle doit être l'action de plusieurs corps sur ce composé. L'oxide sec de potassion doit s'emparer de l'acide muriatique également sec, et l'oxide de soufre doit se partager en ce combustible et en gaz acide sulfureux; mais l'effet demandera une addition de calorique, à cause que l'oxide de potassion se substituant à un autre oxide, au moins aussi hydrogéné, ou à hydrogène au moins aussi fortement sous-saturé que lui, ne peut pas davantage déplacer du calorique d'avec l'acide muriatique; et l'oxide de soufre ne peut réunir tout l'oxigène sur une partie de sa substance sans une addition de calorique à raison de la moindre hydrogénation de l'oxigène dans l'acide sulfureux que dans cet oxide, et par conséquent de son moindre déplacement dans cet agent. L'alcohol fort doit le décomposer en acide muriatique hydraté, en acide sulfureux et en soufre; et ce liquide doit se former en éther à l'état d'oxide ou tel qu'il est produit par les acides sulfurique et phosphorique que leur fixété empêche de le suivre à la distillation. L'éther lui-même doit, avec le composé, se convertir en gaz éthéreux. L'acide carbonique pourrait, à l'aide de la chaleur, enlever à l'oxide de soufre l'acide muriatique sec et se composer en gaz de M. J. Davy, l'oxide se partageant en acide sulfureux et en soufre réduit. Le potassion doit à froid en même temps enlever l'oxigène à l'oxide de soufre et reprendre l'acide sec muriatique. Le zinc agirait peut-être comme le mercure, mais sans le concours de la chaleur. On connaît l'action de l'eau et de l'ammoniaque sur le composé. L'action de la plupart des corps avec lesquels on a traité ce composé a dépendu plutôt de l'eau à laquelle ces corps étaient unis que de leur substance même, ou

l'action de ces corps n'a été que sécondaire et a été produite sur les élémens déjà désunis du composé. On ne devrait plus aujourd'hui rapporter de tels faits comme indicatifs d'une composition.

Le phosphore forme sans doute avec le composé un muriate à oxide de ce combustible, lequel est sulfuré.

Il n'est pas impossible que l'acide sulfurique se forme, non par une décomposition sécondaire de l'acide sulfureux en cet acide et en soufre, mais en vertu d'un déplacement de l'hydrogène par l'eau, comme paraît l'indiquer la formation de plus ou moins de soufre hydrogéné.

La couleur rutilante du gaz que l'eau fait dégager d'avec le composé, dépend peut-être d'une union entre de la vapeur sulfurique et du gaz sulfureux ou de l'oxide de soufre. On n'a pas déterminé si la couleur résulte du contact de l'air; ce qui pourrait indiquer qu'un oxide avancé de soufre, analogue au gaz nitreux, se vaporise. » —

G. L'hydrogène et le soufre se combinent ensemble. On obtient cette combinaison en faisant sublimer du soufre dans du gaz hydrogène sec enfermé dans une cornue; le volume du gaz n'est point changé; mais d'après cette manière d'opérer une partie seulement du gaz hydrogène peut se combiner avec le soufre.

Le composé gazeux de soufre et d'hydrogène a été découvert, en 1777, par Scheele. On le prépare ordinairement en faisant agir de l'acide sulfurique dilué sur un mélange de trois parties de limaille de fer et de deux parties de soufre qu'on a fait rougir dans un

creuset. Pour l'usage des expériences exactes, on doit les recueillir sur du mercure.

L'hydrogène sulfuré s'enflamme lorsque, pendant qu'il est en contact avec l'air on en approche une chandelle allumée : il brûle avec une flamme bleue-pâle et dépose du soufre. Son odeur est extrêmement fétide, et ressemble à celle des œufs pourris. Son goût est acide. Il rougit les couleurs bleues végétales. L'eau l'absorbe et en prend au delà de l'égal de son volume. Sa pesanteur spécifique, d'après MM. Gay-Lussac et Thénard, est à celle de l'air comme 1. 1912 à 1. D'après mes expériences, elle parait être un peu moindre ; mais je suis porté à adopter le résultat des chimistes français plutôt que le mien, par la raison que leur gaz a été pésé en plus grande quantité et qu'il a été séché. Son poids, comparativement avec celui de l'hydrogène, peut être estimé comme 26 à 1 ; et 100 pouces cubes de ce gaz, à une températnre et une pression moyennes, pèsent de 36 à 37 grains.

On démontre la composition de l'hydrogène sulfuré d'après le changement que l'électricité y produit. En faisant rougir, dans ce gaz, des fils de platine par le moyen de l'appareil voltaïque, il est promptement décomposé ; du soufre se dépose et il reste un égal volume d'hydrogène : le même changement est produit, mais plus lentement, par les explosions électriques.

Les proportions de ses élémens se montrent les mêmes, tant d'après les expériences analytiques que d'après celles synthétiques ; elles doivent être de 15 de soufre pour 1 d'hydrogène ; et les résultats donnent le plus

approximativement possible le même nombre pour représenter le soufre que dans ses composés avec l'oxigène et avec la chlorine : et l'on peut considérer le gaz hydrogène sulfuré comme consistant en deux proportions d'hydrogène, 2, et une de soufre, 30.

Ce gaz se laisse combiner avec un égal volume de gaz ammoniaque; et il s'unit aux alcalis et aux oxides, de manière à montrer tous les caractères d'un acide.

On doit concevoir que le gaz hydrogène sulfuré se compose d'abord à hydrogène sursulfuré ou soufre n'ayant de l'hydrogène que pour le supplément de son eau d'hydratation, et que ce composé se complète d'hydrogène pour son eau de solution. La première combinaison doit déplacer du calorique d'avec le soufre, et la seconde doit y adjoindre de cet agent; mais comme le calorique déplacé n'équivaut pas tout-à-fait à celui à ajouter, la formation du gaz hydrogène sulfuré exige, dans tous les cas, le concours de la chaleur. L'eau qui se substitue à l'hydrogène du fer dans le mélange de ce métal avec le soufre, et en partie à ce combustible, dépose assez de calorique pour que l'hydrogène puisse, en solution, s'adjoindre au soufre hydrogéné; et lorsque par l'acide muriatique dissout ou réagit sur le sulfure d'antimoine, le calorique est encore suffisant et même en excès, quoique le métal seul soit alors déplacé dans son hydrogène; mais, dans ce cas, l'acide sec du soufre ne doit pas reprendre de cet agent pour le substituer à l'hydrogène qui se retire. Il est essentiel de ne pas perdre de vue, lorsqu'on fait des applications dans le sens des nouveaux principes que les combustibles acidifiables ne peuvent laisser déplacer leur hydrogène par de l'eau, que ce principe ne soit préalablement déplacé d'avec leur oxigène par du calorique en substitution de l'hydrogène, l'eau s'engageant avec les acides secs sans beaucoup s'hydrogéner ou sans déposer considérablement du calorique. C'est que l'eau, dans cet engagement, est de plusoxidation ou presque liquide, et de nature à pouvoir être déplacée sous sa forme ordinaire par un autre plusoxidant et proportionnée dans ses principes, à-peu-près dans le rapport de l'eau incombinée. Avec les acides secs non-hydrogénés, l'eau qui plusoxiderait ces corps déposerait du ca-

lorique, et l'on remarque en effet qu'au moment où l'eau se substitue près d'un acide sec à l'hydrogène déjà déplacé par le calorique, l'ignition de la matière augmente, malgré que de l'hydrogène se gazifie; ce qui prouve que l'état gazeux de ce corps est indépendant de toute combinaison avec du calorique; et en effet si ce principe en se gazifiant devait prendre du calorique dans le rapport de son expansion, il n'y aurait, à beaucoup près, pas assez de celui que l'eau dépose en s'engageant en oxidation avec un métal, et cet effet ne pourrait être obtenu qu'à une chaleur rouge.

Cependant, lorsque de l'eau oxidule du fer et que la masse sur laquelle on opère est un peu considérable, l'échauffement va jusqu'à une forte ignition: il est à observer que c'est de la vapeur, corps bien plus pourvu de calorique que l'eau, qui se condense dans cet engagement.

— « Lorsque par l'électricité, ou, ce qui est l'équivalent, par une chaleur rouge, on décompose du gaz hydrogène sulfuré, l'hydrogène de solution n'est pas séparé avant celui de vice-hydratation additionnelle, mais celui-ci l'est en même-temps que l'autre, et si l'on opère par un fil de platine rendu incandescent, on ne remarque pas que l'intensité de son ignition décroisse au moment où l'effet à lieu. Ce qui dépend du peu de calorique qui est à restituer au soufre, à raison du peu de cet agent que l'hydrogène de vice-hydratation, déjà déplacé par le calorique que l'hydrogène de solution acconduit, et enlevé au soufre par cet hydrogène, en déplace. Aussi, dans ce cas, le fil de métal ne devient-il pas cassant par un refroidissement subit, en vertu du calorique que le soufre lui enlève et fixe à l'état latent, comme cela a lieu par la décomposition de l'ammoniaque dans l'expérience de Thénard, où l'azote fixe le calorique qu'il reçoit en remplacement de son hydrogène par une affinité

chimique plus puissante que celle qui l'attachait à ce corps.

Le gaz hydrogène sulfuré, que l'on fait brûler par l'air sans l'avoir préalablement échauffé, ne brûle que dans son hydrogène, à cause que la chaleur est insuffisante pour que l'eau qui résulte de cette combustion puisse se substituer à l'hydrogène du soufre, ou le calorique à cet hydrogène, et pour que la combustion s'étende jusqu'à celui-ci. La combustion spontanée de l'hydrogène sulfuré dépend du calorique avec lequel la partie de ce principe qui est de solution se retire, et qui l'enflamme ; aussi, lorsque l'enlèvement de cet hydrogène a lieu par des oxides métalliques dont l'oxigène séparable est seulement proportionné pour la formation de l'eau, cet effet se borne-t-il à l'hydrogène de solution, et au lieu de soufre pur, il se sépare de ce combustible hydrogéné ou ayant encore de l'hydrogène de vice-hydratation additionnelle. Cet enlèvement a même lieu sur des oxides n'ayant pas assez de calorique pour la formation de l'eau ou pour la substitution de l'hydrogène à ce liquide, à cause que le calorique de l'hydrogène de solution y supplée, ou que l'acide n'est pas seulement dispensé d'en prendre en remplacement de son hydrogène, mais que la partie de ce principe qui redevient de vice-hydratation, en déplace d'avec ce corps. Ce qui est la cause que, dans ce cas, ou lorsque le gaz hydrogène sulfuré brûle seulement dans son hydrogène de solution, la masse de calorique déposé est beaucoup plus considérable que s'il se formait spontanément en eau, l'hydrogène de solution ayant un excès de cet agent, et l'hydrogène de vice-hydratation additionnelle en déplaçant d'avec l'oxide. Ce sont

là autant de circonstances dont les nouveaux principes peuvent seuls rendre raison.

Lorsque par des acides on décompose des sulfures, c'est le calorique déposé par l'eau qui aide l'hydrogène à prendre le soufre en solution ; dans la solution d'un corps absolument anhydreux, l'hydratant ou le vice-hydratant dépose ou déplace exactement autant de calorique que le dissolvant en exige pour entrer en fonction ; tel serait un acide sec que l'on dissoudrait en même temps qu'on l'hydraterait par de l'eau ou qu'on le vice-hydraterait par de l'hydrogène ; mais de l'hydrogène de vice-hydratation additionnelle ne peut déplacer d'avec un acide déjà hydrogéné assez de calorique pour que de l'hydrogène de solution puisse enlever toute la masse de celui de vice-hydratation. Cet effet est si sûr que des métaux, qui, par l'intermède de l'hydrogénation du soufre, cèdent leur hydrogène en échange pour de l'eau sans déplacer d'avec ce liquide beaucoup de calorique, ne peuvent hydrogéner le soufre qu'en ce combustible vice-hydraté additionnellement par de l'hydrogène, ou en soufre hydrogéné ; et lorsque par de l'acide muriatique on décompose une solution d'hydrogéno-sulfure d'alcali, le défaut de calorique fait qu'il ne se forme que de ce dernier corps. Ce défaut provient de ce que l'acide muriatique est vice-hydratant pour les oxides de ses sels et en même temps pour ces sels, et que l'eau, qu'il dépose en totalité dans ses engagemens avec ces corps, reprend, pour s'isoler, tout le calorique que l'hydrogène de l'alcali déplace d'avec l'oxigène de l'acide sec, ou que, plus strictement parlant, l'acide éprouve dans son oxigène le même déplacement de calorique que son hydrogène avait pro-

duit sur l'oxigène de l'eau. C'est à cette propriété de l'acide muriatique, de servir de vice-hydratant complet aux muriates, qu'est dû que ces sels ne sont pas beaucoup plus solubles dans l'eau chaude que dans l'eau froide, aucune chaleur ne devant concourir à faire enlever, par de l'eau hydrogénée, de l'eau oxigénée à un sel qui n'en possède pas.

Lorsque du gaz hydrogène sulfuré est porté en contact avec du gaz muriatique oxigéné, l'un et l'autre gaz bien sec, et qu'on laisse à l'aide d'un entonnoir dont le bec allongé va s'ouvrir contre la voute de la cloche, de manière à ce que le gaz muriatique oxigéné déplace le gaz hydrogène sulfuré, on observe, dans l'obscurité, une couche sous-enflammée qui s'abaisse successivement, et il se forme du soufre hydrogéné. On voit évidemment deux lueurs distinctes, l'une provenant du gaz muriatique oxigéné qui brûle l'hydrogène de solution, et l'autre de l'hydrogène de vice-hydratation, tant propre qu'additionnelle, qui se remet avec l'acide en déplaçant du calorique d'avec l'oxigène de celui-ci : peu d'expériences sont plus curieuses à observer. Par le mélange direct, les deux gaz se combinent jusqu'à l'enlèvement de l'hydrogène de vice-hydratation additionnelle, et il se sépare du soufre pur au lieu de ce combustible hydrogéné, et cette légère différence fait qu'il n'y a point de phénomène lumineux, l'hydrogène de solution se séparant avec moins de calorique, et celui de vice-hydratation, qui est réduit à sa quantité naturelle, en déplaçant moins d'avec l'acide.

Le soufre hydrogéné se décompose presque sponta-

nément en soufre et en hydrogène sulfuré. C'est par une tendance à la solution par l'hydrogène que le soufre hydrogéné subit ce partage entre ses élémens, lequel ne peut se faire qu'en vertu d'une certaine affinité, puisque du calorique est à ajouter aux deux produits, savoir, au soufre simple, en remplacement de l'hydrogène de vice-hydratation additionnelle qu'il perd, et au même combustible hydrogéné en accompagnement de l'hydrogène par lequel il est dissout. La difficulté de cette double adjonction de calorique doit faire croire que ce qu'on suppose être du soufre hydrogéné est ce combustible organisé par de l'eau, dont l'hydrogène substitué par interposition se retire avec une portion de soufre, comme dans la décomposition des matières végétales l'hydrogène se sépare avec du carbone, et dans celle des matières animales avec de l'azote; et le soufre restant serait de ce combustible ayant de l'eau en remplacement d'une certaine quantité de son hydrogène, ou ayant échangé de l'hydrogène réduit avec de l'hydrogène oxidé en eau; et cette idée à l'égard du soufre restant est justifiée, tant par le changement connu de composition que ce combustible subit en s'unissant aux oxides solubles sous-hydratés, que par la nature de ce soufre, lequel est sous forme de poudre grumeleuse de couleur gris-de-fer. C'est dans cet état que le soufre existe dans les hydrogéno-sulfures sulfurés et dans ces mêmes corps sous-hydrogénés par la combustion, c'est-à-dire, jaunis par le contact de l'air, et qu'il se constitue lorsque par du soufre on décompose en partie des hydrogéno-sulfures dans leur hydrogène sulfuré. Les hydrogéno-sulfures sulfurés qui, par leur contact avec l'air, sont dépouillés de leur hydrogène de solution, déposent du soufre ayant la même couleur grise.

Dans les hydrogéno-sulfures sulfurés et dans les sulfites sulfurés, le soufre excédant à la saturation de l'alcali adhère à l'hydrogène soussaturé et non à l'oxigène des bases, ni au sel proprement dit. Le potassion qui se trouve en contact avec du gaz hydrogène sulfuré se combine avec l'acide sec du soufre constitué dans la proportion de l'eau, et dépose une quantité d'hydrogène égale à celle qu'il reçoit sous forme de ce liquide, et qui est telle que l'oxigène qui oxiderait directement le métal le proportionnerait exactement en eau. Le composé qui en résulte, ou le sulfure, dit à métal réduit, mais qui est de l'oxide de potassion, surcombiné de l'hydrogène du soufre ou en combinaison avec du soufre réduit, prend en nouvelle combinaison de l'hydrogène sulfuré en vice-hydratation du sel et qui peut en être séparé par l'eau.

Les oxides solubles dissolvent le soufre hydrogéné en lui enlevant l'hydrogène sulfuré et en se surcombinant du soufre substitué dans une portion de son hydrogène par de l'eau. Ces oxides saturés d'eau d'hydratation ne se combinent point avec le soufre en remplacement de leur eau, mais bien avec l'hydrogène sulfuré, et ensuite ils se sulfurent par le soufre. Au feu où l'eau est expulsée, cette combinaison a lieu, et il se forme du sulfite sec vice-hydraté par de l'hydrogène que l'eau déplace. Ce n'est que par la quantité d'eau qui doit servir d'hydratation additionnelle au soufre acidifié à sec que ce combustible s'organise. C'est du soufre ayant en eau le supplément de son hydrogène de vice-hydratation additionnelle que l'hydrogène ne peut probablement dissoudre sans en déplacer de l'eau en y substituant de l'hydrogène de vice-hydrata-

tion additionnelle outre la quantité de sa substance pour la solution; d'où résulte que le soufre hydrogéné, que l'on obtient directement en élevant simplement au gaz hydrogène sulfuré l'hydrogène de solution, est différent de celui oléiforme que l'on obtient de la décomposition des sulfures hydrogénés par un excès d'acide muriatique, en ce que l'un est hydrogéné par de l'hydrogène réduit, et l'autre par de l'eau ; et, sous un certain rapport, ces deux soufres forment la même différence que l'ammoniaque, qui est hydrogéné par de l'hydrogène réduit, forme avec l'azote organisé de l'air qui est hydrogéné par l'eau.

Les hydrogéno-sulfures se décomposent avec le soufre, en ne réservant en hydrogène que ce qui au soufre combiné manque en ce principe de vice-hydratation additionnelle. Ce doit être du soufre ordinaire qui se substitue à sa même substance et l'a égal de sa substance dans le gaz hydrogène sulfuré ; ce qui éloigne toute idée que les sulfures hydrogénés seraient des hydrogéno-sulfures sulfurés, car dans ce cas aucun gaz hydrogène sulfuré ne serait déplacé ; et leur conversion à l'air en sulfures hydrogénés s'y oppose également, puisque, dans l'hypothèse contraire, de l'oxide devrait devenir libre par le soufre qui, ayant perdu son hydrogène, passerait en surcombinaison à la portion indécomposée de l'hydrogéno-sulfure. Les hydrogéno-sulfures sont diaphanes, parce que le soufre y est dissout par l'hydrogène, tandis que l'enlèvement de l'hydrogène de solution, ou le déplacement d'une partie de l'hydrogène sulfuré par du soufre, les colore, en réduisant ce combustible à son hydrogène de vice-hydratation additionnelle. Cette substitution demande le secours de la cha-

leur, non qu'il y ait du calorique à ajouter, car il s'en dépose de deux parts, savoir, de la part de l'hydrogène qui sort de solution, et de la part de celui qui entre en vice-hydratation additionnelle ; mais l'effet est à déterminer par une adhérence relâchée entre l'acide sec du soufre et l'hydrogène de sous-vice-hydratation ; ce qui ne peut être produit que par le calorique.

L'hydrogéno-sulfure d'ammoniaque se forme à froid par le contact du soufre avec le gaz de son alcali, et même à la température de la glace fondante à cause ici qu'il n'y a également pas de calorique à ajouter, puisque même il s'en déplace par de l'hydrogène ordinaire ou de vice-hydratation, tant propre qu'additionnelle, et de solution en même-temps ; qui passe en vice-hydratation près du sel.

Il n'est pas vraisemblable que les hydrogéno-sulfures se forment dans des rapports intermédiaires entre ce sel et celui de sulfure hydrogéné ; mais il peut exister des liquides contenant des mélanges de ces deux corps.

A l'aide d'une chaleur rouge, l'hydrogène de vice-hydratation additionnelle de l'ammoniaque passe au soufre en sa qualité et en même-temps en qualité d'hydrogène de solution, et il se produit avec l'ammoniaque indécomposée de l'hydrogéno-sulfure sulfuré. Il faut ici du calorique pour déplacer l'hydrogène d'avec l'azote, et il s'en dégage par cet hydrogène qui se combine en vice-hydratation.

La chaux vice-hydratée par de l'oxigène, que l'on

obtient en décomposant peu-à-peu au feu du nitrate de cette terre, étant dévice-hydratée dans son oxigène et traitée avec du muriate d'ammoniaque direct ou composé des gaz qui sont ses élémens, donne de l'hydrogéno-sulfure pur ou du sulfure, suivant le rapport du soufre; ce qui prouve que l'eau entre dans la composition du muriate, car il n'y a que ce liquide qui puisse se substituer à l'hydrogène hydrogénant près de l'acide sec du soufre, puisque aucune portion de l'ammoniaque n'est décomposée. Le soufre organisé par de l'eau, qui se décompose par la combustion tandis qu'il est engagé en hydrogéno-sulfure ou en sulfure hydrogéné, ne s'oxide d'abord qu'en sulfite sans rien déposer quand il est à l'état d'hydrogéno-sulfure, et en déposant du soufre quand il est à celui de sulfure hydrogéné, et alors une partie de la base se met en liberté. Il paraît que pour brûler le soufre hydrogéné devient de-nouveau hydrogène sulfuré et soufre, ou qu'il reprend son hydrogène en solution. Le sulfite restant, s'il a pour base une terre alcaline qui forme avec l'acide sulfurique un sel insoluble, se décompose à une forte chaleur, en sulfate et en sulfure, par l'effet du transport de l'oxigène suffisamment saturé de calorique sur une partie de l'acide sulfureux.

Un sulfite sulfuré est un sel vice-hydraté par du soufre, et qui par son oxigénation complète doit former du sulfate acidulé. L'acide sec du soufre sulfurant n'est aucunement proportionné par l'oxigène de l'oxide, mais il y est en place d'eau d'hydratation. L'acide, étant proportionné avec l'oxigène de l'oxide dans sa combinaison de sulfite, ne peut admettre à un coportionnement un autre acide ni du soufre sans lui-même se

retirer et tel que le fait l'hydrogène sulfuré dans les hydrogéno - sulfures. Il paraît que, par une oxigénation à l'aide d'oxigène condensé, les sulfites sulfurés se transforment en sulfites acidinulés par de l'acide sulfureux, sel que M. Oersted a le premier reconnu.

Le soufre qu'on ajoute à du sulfite ne peut pas rompre sa neutralité comme ne peut le faire de l'eau qu'on ajoute à un sel sec; car ce n'est qu'un acide ou un oxide qui peut produire cet effet; et l'oxigénation ultérieure de l'acide sulfureux dans un sulfite change en eau son hydrogène sous-saturé.

Cependant du sulfite que l'on décompose par du gaz hydrogène sulfuré devient alcalin, à cause que l'hydrogène se substitue à l'eau de l'acide sulfureux, et que le soufre ainsi réduit se joint à celui de l'hydrogène sulfureux et forme du tout un sulfure, lequel étant saturé d'oxigène est encore acidinule, et qui, avant son oxigénation manifeste des caractères alcalins à cause que l'acide, à défaut d'être mis à nu par de l'hydrogène de solution après avoir pris un supplément du même principe d'hydratation, ne peut saturer l'alcali; cependant, séparez le soufre en excès ou d'hydratation en le déplaçant par de l'hydrogène, et le produit, qui est de l'hydrogèno-sulfure, sera neutre.

Un sulfite qui, en remplacement d'une portion de son acide sulfureux, prend du soufre, ce qui arrive lorsqu'avec ce sel on fait bouillir du soufre, ne devient point du sulfite sulfuré, mais de l'oxide de soufre dissout dans un alcali; ce composé est encore neutre

et

et directement conversible en sulfite ou en sulfate saturé. La sulfuration des sulfites ne rompt point leur neutralité d'une manière qui soit sensible aux réactifs dans le sens vulgaire attaché à cette rupture, mais pas dans le vrai sens, car un sulfite sulfuré est réellement avec excès de soufre, et, par conséquent, sans neutralité : on peut supposer que le soufre agit sur les sulfites en enlevant à l'acide sulfureux de l'oxigène jusqu'à son état d'oxidation : un pareil sel, par la raison que l'oxide du soufre ne peut se trouver hors de combinaison, doit ne pouvoir se décomposer par les acides qu'en soufre et en acide sulfureux ; mais le rapport de ces corps doit être différent de ce qu'il est par la décomposition des véritables sulfites sulfurés.

Les hydrogènes sulfurés sont proportionnés pour la formation des sulfates, comme aussi les mêmes sulfures auxquels, soit par du soufre, soit par de l'oxigène, on a enlevé une portion d'hydrogène, ce qui les réduit en sulfures hydrogénés ; mais ces composés sulfurés n'ont plus cette proportion ; ils se trouvent dans le cas des sulfites sulfurés ; leur oxigénation complète les convertit en sulfates acidinules, et celle seulement de l'hydrogène de vice-hydratation, tant propre qu'ajouté, les réduit en sulfates neutres et en soufre déposé : c'est des sulfures hydrogénés que l'on obtient directement le soufre hydrogéné et non des hydrogéno-sulfures, qui ont tout l'hydrogène de solution en excès à la formation de ce soufre.

Ainsi le soufre agit sur les hydrogéno-sulfures et sur les sulfites, tantôt en se joignant simplement à ces sels et formant des composés sulfurés, et tantôt

en se mettant à la place d'une partie de l'hydrogène sulfuré ou de l'acide sulfureux, et alors il en résulte des sulfures hydrogénés ou des composés d'alcali ou terre alcaline et d'oxide de soufre. Le soufre en réagissant sur des sulfates, s'il se joignait à ces sels sous un premier dégagement d'acide sulfureux, en ferait également des sulfites sulfurés, et, sous un second dégagement, il composerait le sel à oxide de soufre. La formation de ce dernier corps justifie pleinement ce que M. Berzelius a dit à l'égard de l'existence nécessaire d'un oxide de soufre dans des états combinés. La différence dans la production de ces composés dépend du degré de chaleur. Plus de calorique détermine la souscombinaison, moins de cet agent aide à la surcombinaison ; car le calorique occupe toujours la place de l'hydrogène comme l'hydrogène occupe la place du calorique. » —

L'hydrogène sulfuré agit toujours sur les dissolutions des métaux jusqu'à l'enlèvement de l'oxigène avec lequel son hydrogène puisse se former en eau ; et le soufre, en s'engageant avec le métal, contribue à cet effet par le calorique dont l'acide sulfurique sec éprouve un fort déplacement.

Les dissolutions des métaux à acides faibles sont particulièrement propres à cet effet ; et parmi les acides ce sont ceux dits végétaux qui sont les plus faibles. L'acide carbonique qui possède le complet de son eau d'hydratation, et qui ne dépose pas amoviblement cette eau lorsqu'il s'engage avec les oxides, n'éprouve pas, de la part de ces corps, un fort déplacement dans son calorique ; et les acides végétaux participent à cette propriété, et il sont en outre organisés par de l'eau ; ce qui rend chez eux l'acide carbonique sec encore moins substituable dans son calorique ; de-là provient que le gaz acide carbonique et les acides végétaux sont aussi facilement déplacés d'avec les oxides ; et l'acide borique possède par la même raison de très-faiblesaffinités.

L'hydrogène sulfuré doit plus facilement déplacer les oxides métalliques d'avec les alcalis que d'avec les acides, parce que ces combinaisons tiennent en vertu d'un déplacement encore plus faible de calorique. Il commence dans ces décompositions par agir comme de l'acide sulfurique dissout ; mais bientôt, si les métaux sont forts, il leur enlève, par son hydrogène de solution, l'oxigène de seconde oxidation que le calorique de cet hydrogène aide à proportionner pour sa conversion en eau; avec les oxides faibles les deux hydrogènes ainsi que les deux oxigènes sont enlevés à-la-fois, et le métal réduit est sulfuré par le soufre : ce qui fait que pour ces métaux il y a ce moyen de décomposition de plus, mais dont ils ont moins besoin que les métaux plus forts.

Les métaux n'ayant qu'un degré d'oxidation et qui sont en même-temps énergiques, du nombre desquels est le zinc et les sels à oxidules de métaux énergiques, doivent être moins facilement décomposés par l'hydrogène sulfuré; aussi voit-on que les hydrogéno-sulfures ne décomposent qu'incomplétement les dissolutions quelconques de ces métaux; et c'est par défaut de calorique que dans la réaction des oxides métalliques, même de ceux thermoxidés, il ne se forme que du sulfite et point du sulfate, l'oxigène thermoxidant étant enlevé par l'hydrogène, et le soufre ne pouvant plus agir que sur l'oxigène oxidant. Cependant les thermoxides réagissans en proportion suffisamment forte sur de l'hydrogène sulfuré ou sur des hydrogéno-sulfures, les décomposent avec formation d'acide sulfurique ; ce que fait sur-tout le mercure dont le métal est très-prompt à se sulfurer : on voit que par-tout il dépend de la dose du calorique qu'un effet puisse être ou ne puisse pas être produit.

Les sulfures à oxides dont les sulfates sont insolubles, ou plutôt les hydrogéno-sulfures sulfurés de ces oxides (sulfures hydrogénés hydrogéno-sulfurés), en perdant à l'air leur hydrogène de sulfuration, déposent du soufre et se constituent en sulfures hydrogénés, lesquels continuant d'être oxidés dans leur hydrogène, et en même-temps dans leur soufre, jusqu'à l'état de sousacide, forment des sulfites, lesquels, reprenant du soufre, deviennent sulfurés. C'est la faible tendance des sulfites de ces oxides à s'oxigéner en sulfates qui les porte si facilement à cet état.

Lorsque, par un acide que l'on ajoute par petites portions, on décompose un hydro-sulfure sulfuré, en vertu du calorique qui plus ou moins se développe à l'aide de la vice-hydratation de l'acide par l'oxide, tout l'hydrogène se porte sur le sulfure hydrogéné et le compose à hydrogéno-sulfure ou sulfure surhydrogéné; et c'est à la décomposition de ce sel qu'est dû le dégagement du gaz hydrogène sulfuré lorsqu'on continue d'ajouter de l'acide.

Le gaz hydrogène sulfuré qu'on fait passer dans des hydrogéno-sulfures sulfurés en précipite du soufre hydrogéné, mais qui est très-prompt à se résoudre en hydrogène sulfuré et en soufre. Le soufre que le même gaz précipite des solutions des sulfures ne peut provenir que du sulfite sulfuré qu'il décompose en sulfure, car dans le cas contraire il faudrait qu'il existât un sulfure hydrogéné sulfuré. L'hydrogène sulfuré, comme nous l'avons déjà vu, surcompose les sulfites en sulfures, et rend ainsi alcalins ces sels qui sont neutres; et en continuant de réagir sur eux, il les décompose sous séparation de soufre et en les transformant en hydrogéno-sulfures sulfurés ou sulfures hydrogénés. Les hydrogéno sulfures sulfurés déposent à la longue et sans l'influence de l'air le soufre sulfurant et se constituent à l'état d'hydrogéno-sulfures, différens en cela des mêmes combinaisons qui se décomposent par le contact de l'air, que celles-ci se constituent en sulfures hydrogénés, l'hydrogène du soufre séparé étant enlevé par l'air au lieu de passer à celui qui reste combiné.

7. Il y a un autre composé d'hydrogène et de soufre, dont on n'a pas encore exactement déterminé les proportions, mais que probablement on trouvera contenir au moins une proportion de plus de soufre que le composé précédent.

On forme ce composé en faisant passer du soufre sur du charbon rendu incandescent dans un tube de porcelaine dont on a exclu l'air. C'est une substance liquide que M. Lampadius découvrit, en 1796, et qu'il

appela *alcohol de soufre*. Sa couleur est jaune-verdâtre ; son odeur est piquante, son goût particulier : sa pesanteur spécifique est de 1. 3. Il est très-volatil ; il ne se mêle pas avec l'eau ; il brûle avec la même facilité que l'esprit-de-vin ; il dissout très-bien le soufre avec le secours de la chaleur, et lorsqu'une telle solution est exposée à l'air, à mesure que l'alcohol de soufre s'évapore, il se dépose des cristaux de soufre. Lorsqu'on le soumet à l'action du platine rougi par le moyen de l'électricité voltaïque, il laisse dégager du gaz hydrogène sulfuré. Cette circonstance et les phénomènes de sa combustion font connaître sa nature, car lorsqu'il brûle dans une atmosphère de gaz oxigène, il se produit du gaz acide sulfureux et de l'huile de vitriol.

Lorsque dans de la vapeur d'alcohol de soufre on fait chauffer du mercure, il se forme un composé de ce métal et de soufre, et il se dégage du gaz hydrogène sulfuré.

8. Le soufre n'exerce point d'attraction chimique sur l'azote ; du-moins on n'a jusqu'ici point obtenu de composé de ces corps.

9. On a rangé le soufre au nombre des corps indécomposés, à cause que jusqu'ici on ne connaît rien de certain à l'égard de ses élémens. Du soufre de Sicile fondu ayant été exposé à l'action de fils pointus de platine, échauffés au rouge vif par un appareil voltaïque de 1000 doubles plaques, il s'en est dégagé un gaz permanent qu'on a reconnu pour être du gaz hydrogène sulfuré : il se dégage également une petite quantité du même gaz pendant que le soufre se combine

avec de la limaille de cuivre ; et le mode de la formation de l'alcohol de soufre prouve que le soufre ou le carbone, ou l'un et l'autre de ces corps, contiennent de l'hydrogène. Cependant on peut mettre en question si l'hydrogène est essentiel à la constitution du soufre. Il est possible que le soufre, dans son état ordinaire, contienne un peu d'eau ou une petite quantité d'un composé solide de soufre et d'hydrogène ; et jusqu'à ce que le gaz hydrogène sulfuré ait été séparé dans des proportions déterminées, et qu'il soit prouvé qu'il est uni à une autre matière, on ne peut tirer des conclusions exactes sur ce sujet.

Le soufre est employé en médecine particulièrement comme remede externe dans les maladies de la peau. On a déjà fait mention de son usage dans le blanchiment. Son application la plus importante a été faite à la confection de l'huile de vitriol et à celle des composés de cette huile, lesquels sont utilisés dans divers procédés de l'art de la teinture et de l'imprimerie des cotons.

IV. *Du Phosphore.*

1. Le *phosphore* fut découvert par Brandt, en 1669. On peut l'obtenir par le procédé suivant :

On mêle 40 parties d'huile de vitriol avec 100 parties de poudre d'os brûlés, et on laisse le mélange en réaction pendant deux jours, en le remuant fréquemment. Ensuite on verse la matière sur un filtre de laine et on ajoute à ce qui passe d'une solution de nitrate de plomb. Il se formera un précipité blanc ; on mêle celui-ci avec environ le tiers de son poids de char-

bon pulvérisé, et on l'expose à une forte chaleur rouge dans une cornue de porcelaine dont le col plonge dans l'eau. Il se dégagera beaucoup de fluide gazeux dont une partie s'enflammera spontanément, et à la fin une substance fondue dégoutera du col de la cornue et se concretera sous l'eau, laquelle substance est le phosphore. On le purifie en le faisant fondre sous l'eau et en le pressant à travers une peau de chamois.

2. Le phosphore est demi-transparent et de couleur jaunâtre. Il est aussi mou et plus flexible que la cire. Il est insoluble dans l'eau. Sa pesanteur spécifique est d'environ 1. 77. Il se fond à une temperature de 90°, et bout à environ 520°.

Lorsque le phosphore est exposé à l'air, à la température ordinaire, il repand une fumée blanche, laquelle dans l'obscurité parait lumineuse. Cela dépend de ce qu'il se combine avec l'oxigène et forme un acide, lequel s'unit à la vapeur aqueuse de l'atmosphère et se précipite sous forme liquide. Je me suis assuré que le phosphore ne fume pas dans de l'air parfaitement sec; et, dans ce cas, l'acide s'y attache et l'empêche pendant un petit temps d'être lumineux.

Lorsque du phosphore est échauffé jusqu'à environ 148°, il prend feu et brûle avec beaucoup d'éclat, en répandant une fumée blanche épaisse, laquelle se concrète en un acide concentré que l'humidité de l'air résout bientôt en liqueur; et il reste ordinairement une substance rouge.

3. La manière dont le phosphore agit sur l'air, comme on l'a fait voir pages 71 et 72, prouve qu'il peut se com-

biner avec l'oxigène, et on a tout lieu de croire qu'il se combine avec au moins trois proportions de ce principe.

En brûlant du phosphore dans du gaz oxigène tenu sur du mercure, et en échauffant fortement la substance blanche qui est produite, on trouve que pour chaque grain de phosphore qui est brûlé il s'absorbe quatre pouces et demi cubes de gaz oxigène. La substance ainsi obtenue est appelée *acide phosphorique :* à une chaleur rouge elle devient liquide; elle n'est pas volatile, même à une chaleur blanche; elle n'a point d'odeur; son goût est fortement acide, mais pas désagréable : elle se dissout dans l'eau en excitant une forte chaleur ; et sa solution saturée dans ce liquide est de consistance de sirop : elle attaque et corrode le verre et s'unit aux alcalis et aux oxides.

4. Lorsqu'on échauffe du phosphore dans de l'air très-raréfié, il se forme trois différens produits; l'un est de l'acide phosphorique, un autre est très-volatil et paraît sous forme d'une poudre blanche, et le troisième est une substance concrète rouge, comparativement fixe, et qui, pour sa fusion, demande une chaleur supérieure à celle de l'eau bouillante. La substance volatile est soluble dans l'eau qu'elle rend acide. Elle contient moins d'oxigène que l'acide phosphorique ; car elle brûle et perd sa volatilité lorsqu'on l'échauffe fortement dans l'air. Son goût est aigre, avec un piquant particulier, et elle repand une odeur qui ressemble à celle de l'ail ; elle est mêlée à du phosphore, et consiste principalement en la substance que, conformément aux règles de la nomenclature française,

on doit appeler *acide phosphoreux*, et qui est décrit incorrectement comme un liquide dans les livres de chimie. La substance rouge demande moins d'oxigène que le phosphore pour se convertir en acide phosphorique, et doit être considérée comme un oxide de phosphore.

Je n'ai jamais pu me procurer, par la combustion, de l'acide phosphoreux exempt de mélange avec d'autres substances. Dans le mode ordinaire, d'après lequel on croit l'obtenir, savoir en exposant du phosphore à l'air libre, il se forme toujours une grande quantité d'acide phosphorique.

J'ai trouvé que, par le procédé suivant, il se produit un *acide hydro-phosphoreux* pur concret, c'est-à-dire, une combinaison d'acide phosphoreux et d'eau.

Si l'on fait, par la vaporisation, passer du phosphore à travers de sublimé corrosif réduit en poudre et tenu dans un tube de verre, il se produit un liquide clair que l'on doit mêler avec l'eau et dont on doit ensuite concentrer la solution, par la chaleur, jusqu'en consistance de sirop ; ce qui reste est une combinaison d'acide phosphoreux pur avec l'eau ; elle rougit les couleurs bleues végétales, se combine avec les alcalis et présente tous les caractères d'un fort acide ; en refroidissant elle se prend en une masse cristalline, solide, blanche.

En exposant cet acide phosphoreux à l'air, il absorbe l'oxigène et se transforme en acide phosphorique ; en l'échauffant légèrement, il prend feu et brûle avec

beaucoup de vivacité en dégageant des bulles de gaz qui s'enflamment par leur contact avec l'air; il se dépose au fond du vase de l'oxide rouge de phosphore, et il se forme de l'acide phosphorique concret.

On verra à l'instant que la substance qui se produit lorsqu'on fait passer du phosphore à travers le sublimé corrosif est un composé du premier de ces corps et de chlorine; et, lorsque ce composé agit sur l'eau, l'hydrogène de ce liquide se combine avec la chlorine, et l'oxigène avec le phosphore; il ne se forme que du gaz acide muriatique et de l'acide phosphoreux; et, connaissant la quantité de l'hydrogène qui passe à la chlorine, on connait également celle de l'oxigène qui est reprise par le phosphore. Je me suis assuré par deux expériences faites avec beaucoup de soin et dans lesquelles j'ai calculé la quantité de chlorine existante avec le liquide obtenu du phosphore et du sublimé corrosif. en la combinant avec l'argent que 10 grains de phosphore exigeaient pour se convertir en acide phosphoreux, tel qu'il se trouve dans l'hydrate qui vient d'être décrit, 7. 7 grains d'oxigène. Il est évident, d'après ce résultat comparé avec celui de la combustion du phosphore dans lequel il se forme de l'acide phosphorique, qu'à quantités égales ce combustible prend deux fois autant d'oxigène pour devenir de l'acide phosphorique que pour devenir de l'acide phosphoreux; et, d'après ces données, le nombre représentant le phosphore doit être regardé comme environ 20; et l'acide phosphoreux sera composé de 20 de phosphore et de 15 d'oxigène ou 35, et l'acide phosphorique, de 20 de phosphore et de 30 d'oxigène ou 50.

On s'assure que l'acide hydro-phosphoreux est un composé de phosphore, d'oxigène et d'eau, en l'échauffant sur du mercure dans une atmosphère de gaz ammoniacal. L'ammoniaque se combine avec l'acide pur, et de l'eau est expulsée. D'après des expériences sur la quantité d'eau qui est fournie par ce composé, j'ai reconnu qu'il consistait en quatre proportions d'acide phosphoreux et en deux proportions d'eau.

Je n'ai point fait d'expériences sur la proportion de l'oxigène dans l'oxide rouge; il est possible qu'on le trouve composé de deux proportions de phosphore et d'une d'oxigène.

— Suivant les expériences récentes de M. Thénard, le phosphore obtenu de la décomposition de son acide par le charbon, quel que soit le nombre des rectifications qu'on lui fasse subir, contient toujours du carbone; celui qui en contient le moins, lorsqu'après la fusion on le laisse lentement se refroidir, devient incolore et presque aussi blanc que de l'eau: le phosphore qui contient le plus de carbone est toujours rouge. Tel est le résidu de la combustion du phosphore à l'air qu'on croyait être de l'oxide de cette substance, et qui, d'après M. Thénard, est du phosphure de carbone. —

Déjà l'un des habiles traducteurs de Klaproth et Wolff, M. Vogel, s'était assuré que du phosphore que l'on expose à la lumière du soleil, hors du contact de l'air, prend sur le champ une couleur rouge. M. Thénard, en échauffant ce combustible jusqu'à 50° centigrades et en le faisant refroidir subitement, a vu qu'il devenait noir comme du charbon; ce phosphore ainsi noirci devient cependant une seconde fois transparent et incolore, lorsqu'après une nouvelle fusion il peut se refroidir avec lenteur. Cette couleur noire ainsi que celle rouge, que le phosphore acquiert en présence du soleil, provient de

ce que le calorique, qui pendant l'échauffement se substitue à l'hydrogène près de l'acide sec du phosphore, est empêché par le subit refroidissement de se retirer : ce n'est pas que le calorique ne puisse traverser la substance d'un corps solide aussi bien que d'un corps liquide, mais ici sa retraite est subordonnée à son remplacement par l'hydrogène, lequel dans un corps concret ne saurait se transporter. C'est pour la même raison que du soufre fondu, ainsi que nous l'avons déjà dit, auquel on procure un refroidissement subit en le faisant couler dans de l'eau, conserve la couleur rouge qu'il avait acquise au feu par une outre-fusion, laquelle couleur il perd, comme le phosphore, lorsqu'après une seconde fusion il peut lentement se refroidir. On remarque que le soufre, dès l'instant que la surcombinaison de son hydrogène a lieu, s'épaissit malgré l'accroissement de la chaleur; et il conserve la mollesse de son état substitué jusqu'à ce qu'à la longue son calorique chimique se soit transformé en chaleur et qu'il ait repris sa première couleur. Tout ce qui au feu ou en présence du soleil, et même par la lumière répandue du jour, prend de la couleur, la prend par cette cause. On a remarqué que la résine verte de guajac exigeait pour sa solution un esprit de vin plus rectifié que celle grise. La plupart des oxides métalliques, lorsqu'on les expose à une chaleur sous-rouge, se foncent en couleur, ainsi que les chimistes hollandais l'ont depuis long-temps observé et que M. Gay-Lussac vient de le confirmer. On a toujours su que le minion et le précipité rouge, qu'on échauffe sans les sousoxider, deviennent noirs. J'ai fait voir que l'oxide rouge de mercure ainsi noirci, lorsqu'on le jette dans de l'eau froide, conserve quelques instans sa couleur; ces effets ne peuvent être produits que sur des corps oxidés, parce que ce n'est que près de l'oxygène que l'hydrogène, qui est l'élément de toute coloration, peut être substitué par du calorique, et cette substitution se fait avec demeure en engagement de l'hydrogène, à cause que le calorique qui n'a aucune affinité avec ce principe ne saurait l'enlever; et son déplacement à demeure ferait cesser l'effet de la coloration.

Les corps sous-oxidés près desquels on substitue ainsi du calorique à de l'hydrogène deviennent tous des pyrophores inflammables, les uns à froid et les autres à chaud : il n'y a pas d'autre combustibilité pour des corps dans lesquels l'hydrogène est parfaitement saturé par l'oxygène,

en raison de leur contenu en calorique. Ce principe ne saurait davantage brûler, ayant le maximon d'oxigène sous-combiné de calorique, pour sa saturation ; cependant en augmentant le rapport du calorique, la capacité de combinaison de l'oxigène pour l'hydrogène diminue, et l'intensité de combustibilité de celui-ci augmente, et l'hydrogène peut de nouveau s'oxider. Toutes les combinaisons et décombinaisons que la chaleur favorise ont lieu par un semblable effet.

— M. Vogel, de Paris, a confirmé par une suite d'expériences que du phosphore transparent et blanc, que, sous de l'eau ou sous d'autres liquides diaphanes privés d'air, on expose à l'influence du soleil, devient rouge sans qu'il se forme de l'acide phosporeux ; et que le même effet arrive dans le vide barométrique. Il s'est assuré que le phosphore ainsi rougi n'est point carboné.

M. Vogel a de plus observé que dans la bande violette du spectre solaire, ainsi que sous des cloches colorées en violet, le phosphore devient beaucoup plus promptement rouge que dans la bande rouge du même spectre ou sous des cloches colorées en rouge. Déjà M. Seebek avait vu que du phosphore enfermé avec de l'air sous des verres teints en rouge-jaunâtre, et exposé tant à la lumière du soleil qu'à la clarté du jour, déliquesça entièrement en acide phosphoreux, tandis que, sous une cloche teinte en bleu foncé, il laissa un résidu rouge considérable.

Le même effet eut lieu lorsque du phosphore déliquesça en présence du soleil sous du verre blanc ; il resta un résidu rouge copieux qui par l'action continuée de la lumière devint presque noir; tandis que dans l'obscurité la déliquescence fût complète.

M. Seebek exposa encore les résidus rouges à l'action de la lumière, tantôt du jour et tantôt du soleil, en les enfermant avec de l'air sous des verres rouges; mais ils ne déliquescèrent et ne changèrent point de couleur, ce qui n'aurait pas manqué d'arriver si ces résidus avaient été de l'oxide de phosphore.

M. Vogel remarque que le résidu rouge exige pour sa fusion une chaleur beaucoup plus forte que le phosphore ordinaire; qu'il ne luit point par le contact de l'air et ne s'enflamme qu'à une température de 80° R; que sa pesanteur spécifique est inférieure à celle du phosphore, et qu'il se sépare par surnatation d'avec du phosphore rouge qu'on tient quelque temps fondu; enfin qu'il est insoluble dans l'alcohol de Lampadius. Ces diverses circonstances ainsi que la formation du résidu rouge, dans tous les cas où le phosphore blanc éprouve une forte chaleur, font penser qu'il consiste en phosphore déplacé inamoviblement dans son hydrogène par du calorique fortement tendu.

5. Le phosphore et la chlorine se combinent facilement lorsqu'à des températures ordinaires on les met en contact l'un avec l'autre; et l'on peut en obtenir des composés qui contiennent différentes proportions des deux élémens.

Lorsqu'on introduit de la chlorine dans un récipient vide d'air et contenant du phosphore, celui-ci prend feu et brûle avec une flamme pâle bleue, lançant des étincelles; et une substance blanche se vaporise et se condense contre les parois du récipient.

Si dans cette expérience la chlorine se trouve en proportion considérable, et à la quantité de 12 pouces cubes pour 2 grains de phosphore, le phosphore disparaîtra en entier et il ne se formera d'autre produit que la poudre blanche; et on trouvera que 9 pouces cubes de chlorine auront été absorbés et qu'il ne se sera pas produit de nouvelle substance gazeuse.

La poudre blanche est un composé de phosphore et de chlorine. Je fus le premier qui la décrivit, en 1810, comme un corps particulier; et différentes expériences analytiques et synthétiques que j'ai entreprises avec ce corps m'ont prouvé qu'il consiste en environ 1 de phosphore et 6. 8 de chlorine, en poids.

Les propriétés de cette poudre sont très-particulières; c'est une substance d'un blanc de neige. Elle est très-volatile et s'élève sous forme de gaz à une température qui est beaucoup inférieure à celle de l'eau bouillante. On peut la fondre pendant qu'on la comprime, et alors elle se cristallise en prismes qui sont transparens.

Elle agit avec violence sur l'eau qu'elle décompose : le phosphore se combine avec l'oxigène en acide phosphorique, et la chlorine avec l'hydrogène en acide muriatique.

Elle entre en combustion lorsqu'on l'expose à la flamme d'une bougie allumée; et, lorsqu'en mélange avec du gaz oxigène on la fait passer à travers un tube de verre rouge de feu, elle se décompose : l'oxigène forme avec le phosphore de l'acide phosphorique, et

la chlorine se met en liberté. Du papier teint en tourne
sol, que l'on expose sec à sa vapeur dans un récipien
vide d'air, en est coloré en rouge. Lorsqu'on l'introdu
dans un vase contenant de l'ammoniaque, elle se com
bine avec ce corps sous un fort dégagement de chaleur
et il se forme un composé insoluble dans l'eau, indé
composable par les solutions des acides et des alcalis
et possédant des caractères qui le rendent semblabl
à une terre.

Il résulte évidemment de l'analyse que cette pou
dre est composée de deux proportions de chlorine, e
supposant 67 le nombre qui représente ce corps, o
de quatre proportions, en le supposant 33. 5, 134 su
une de phosphore 20, et le nombre qui le représent
sera 154. Par plusieurs de ses propriétés, elle ressem
ble à un acide. Conformément aux principes de la no
menclature que je me suis hazardé de proposer, ell
doit être nommée *phosphorance.*

6. J'ai déjà parlé de la substance qu'on obtient e
faisant passer du phosphore à travers du sublimé cor
rosif. C'est un liquide aussi clair que l'eau; sa pesan
teur spécifique est à celle de l'eau, comme 1. 45 à 1
On peut l'appeler *phosphorane.* Je l'ai obtenu le pre
mier sous forme pure en 1809. Il paraît, d'après le
circonstances déjà rapportées, qu'elle consiste en un
proportion de phosphore, 20, et une de chlorine, 67, e
le nombre qui la représente est 87 (*). Lorsqu'on l'ex

(*) 13. 2 de phosphorane décomposée par le nitrate d'argent four-
nissent 43 grains d'argent corné, et 100 grains d'argent absorbent
32. 5 de chlorine pour se transformer en ce composé.

pose

pose à l'air, elle répand des vapeurs acides en s'emparant de l'eau de ce fluide, et, lorsqu'on en imbibe du papier, elle se convertit à l'air en acide, sans aucune inflammation. Le papier teint en tournesol qu'on y plonge n'en est pas rougi ; sa vapeur brûle dans la flamme d'une chandelle : on a déjà fait connaître son action sur l'eau. Lorsq. on la fait passer dans un vase contenant de la chlorine elle se transforme en phosphoranée. En la soumettant à l'action de l'ammoniaque, il se sépare du phosphore et il se forme du composé de phosphorane et de cet alcali.

7. Lorsque du phosphore est légèrement échauffé dans de la phosphorane, une partie en est dissoute ; et le liquide étant exposé à l'air répand des vapeurs acides en condensant l'eau de ce fluide, et il se dépose des flocons minces de phosphore lesquels ordinairement s'enflamment par la chaleur qu'excite la décomposition de la vapeur. MM. Gay-Lussac et Thénard obtinrent, en 1808, le premier composé de cette nature, en distillant ensemble du phosphore et du calomel ; et ils le considérèrent comme une combinaison particulière de phosphore, d'oxigène et d'acide muriatique.

On n'a jusqu'ici fait aucune expérience dans la vue de déterminer la quantité de phosphore que la phosphorane peut dissoudre. On obtiendra probablement une combinaison déterminée dans laquelle les proportions de la chlorine correspondront avec celles de l'oxigène dans l'oxide de phosphore.

En traitant ce composé par de l'hydrogène, ce principe se substitue à l'eau de l'acide phosphorique, laquelle passe à l'acide muriatique sec, et l'on obtient du gaz acide muriatique et du phosphore réduit.

Est-ce au contraire par de l'oxigène qu'on traite le composé, comme l'acide sec du phosphore ne s'oxigène pas, mais seulement s'hydrogène, ce principe se substitue à l'acide phosphorique près de l'acide sec muriatique; il se régénère du gaz muriatique oxigéné, et l'acide phosphorique se sépare à l'état de légère sousplusoxidation. Lorsqu'on fait cette dernière expérience avec le soufre saturé de gaz muriatique oxigéné, le gaz acide muriatique reste adhérent à l'acide sulfurique sous-plusoxidé par de l'eau, lequel ne peut exister qu'à l'état de gaz, et qui dans l'acide sulfurique fumant ou obtenu du sulfate de fer est plusoxidé par son acide propre. Le composé d'acide muriatique gazeux et d'acide sulfurique traité par l'oxigène, si on le pousse à une chaleur brusque et vive, se sépare en ses élémens; il se libère du gaz acide muriatique oxigéné, et il se forme de la vapeur d'acide sulfurique fumant, laquelle se cristallise en retenant plus ou moins de gaz acide muriatique.

Le composé muriatico-phosphorique serait, à une chaleur rouge, résout en ses élémens, comme il l'est par le courant de la pile, si, après la séparation, le contact des éduits ne les forçait à de nouveau se combiner; car à cette température le calorique doit se substituer à l'hydrogène du phosphore près de l'oxigène du gaz muriatique oxigéné; mais il n'est donné qu'à la pile de maintenir cet effet en dirigeant dans des sens opposés les corps dont elle opère la disjonction.

Le composé blanc concret étant réduit en vapeur, rougit la couleur bleue sèche de tournesol, parce que la plusoxidation de l'un des acides y existe par un corps dans lequel l'oxigène est à l'état d'eau ou voisin de cet état, tandis que le composé liquide diaphane n'opère pas le même effet, parce que l'acide y est plusoxidé par un oxide ou un sousacide et forme, par conséquent, une sorte de sel dans lequel l'oxigène de l'un ingrédient est parfaitement saturé par l'oxigène de l'autre.

La poudre est concrète, parce que l'un des acides y est sec tandis que dans l'autre, qui est un sel, toute l'eau formée par l'oxigène de l'acide et l'hydrogène du phosphore plusoxide ce corps; cela dépend de ce que cet hydrogène ne peut former de l'eau que

pour la plusoxidation et non pour l'oxidation, parce que l'eau de cet hydrogène ne proportionne pas davantage que celle de l'oxigène de l'acide muriatique oxigéné, un plusoxidant pouvant se substituer à un autre ou en être substitué, mais ne pouvant pas se joindre à un troisième avec le résultat d'en augmenter la plusoxidabilité.

L'hydrogène carboné qui, dans la flamme d'une bougie, s'échappe à la combustion doit réduire le phosphore en se substituant par son hydrogène à son eau, et le phosphore doit ensuite être brûlé par l'air. On ne saurait autrement expliquer l'inflammation de la poudre par son exposition à cette flamme.

La combinaison de la poudre blanche avec l'ammoniaque gazeuse sèche, lorsqu'elle est saturée, forme du muriate de cet alcali plusoxidé par du phosphate sous-plusoxidé par de l'eau. Si ces sels pouvaient subsister sans plusoxidation, la chaleur devrait les séparer en vertu de leur différente volatilité.

La chaleur que l'ammoniaque, en se combinant avec le composé blanc, excite prouve qu'il ne se déplace point d'eau à l'état isolé laquelle reprendrait le calorique que l'hydrogène de l'alcali déplace d'avec l'oxigène de l'acide.

— « Le composé de gaz muriatique oxigéné et de phosphore se forme en trois proportions dont on peut assimiler l'une à un sel à oxidule, l'autre à un sel à oxide, et la troisième à un sel à acide, et l'un de ces composés doit contenir deux fois plus d'oxigène que l'autre dans le phosphore, et, en même-temps, le double d'acide muriatique; ou 30 d'oxigène du gaz muriatique oxigéné doivent, dans le sel à acide phosphoreux, saturer 8 d'hydrogène, tandis que dans celui à acide phosphorique ils saturent seulement 4 de ce principe, ou dans des proportions pour faire l'eau.

Le troisième composé consiste en oxide de phos-

phore et en acide muriatique sec. On l'obtient en faisant agir du phosphore sur du muriate de mercure à oxidule, et aussi en surcombinaut le sel à acide phosphoreux d'une nouvelle quantité de phosphore. L'oxigène, dans ce composé, sature, sans doute, seulement l'hydrogène au quart de sa saturation dans l'eau, ou bien 30 de ce principe doivent s'y trouver combinés avec 16 d'hydrogène, puisque l'oxide du mercure dans le muriate à oxidule contient précisément la moitié de l'oxigène qui existe dans le même sel à oxide; et, dans un langage correct, ce composé est du muriate à oxidule de phosphore, celui liquide est à oxide et le sel en poudre blanche est à acide; on peut considérer ce dernier comme consistant dans les deux acides secs hydratés par une demi-quantité d'eau et tenant ensemble par défaut de l'autre moitié de ce liquide, comme le prouve leur séparation lorsque la quantité d'eau est rendue entière.

L'addition du gaz muriatique oxigéné convertit successivement ces divers sels l'un dans l'autre. L'hydrogène les résout en phosphore et en acide muriatique simple, et l'oxigène sans eau les résout en acide phosphorique, acide phosphoreux et gaz muriatique oxigéné, et, avec de l'eau en quantité suffisante pour compléter l hydratation de l'acide phosphorique, en cet acide et en gaz muriatique oxigéné. C'est à cause de cette facile conversion de l'un de ces composés dans l'autre que celui à oxide ou par de l'acide sulfureux ne peut être obtenu exempt de composé à acide, lorsque l'on combine directement le gaz muriatique oxigéné avec le phosphore, quel que soit le rapport excédant dans lequel on mette ce dernier.

L'eau décompose le sel à oxide en acide muriatique

et en acide phosphorique et phosphore ; cela prouve que l'oxide de ce combustible, s'il existe, ce qui est encore douteux, existe forcement. Lorsque la matière a le contact de l'air, ou que l'opération se fait par l'humidité de l'atmosphère, le phosphore s'enflamme à mesure qu'il est régénéré.

On sait que le sublimé corrosif étant traité avec un excès de phosphore donne du composé liquide ou à oxidule ; mais on ignore si le mercure doux avec un défaut de phosphore donne du composé à oxide, comme aussi si le sublimé corrosif avec un défaut de combustible donne le sel à double acide.

Je suppose qu'avec une quantité convenable d'eau et hors du contact de l'air le composé à oxidule serait résout en phosphore et en hydrate d'acide phosphoreux outre l'acide muriatique, et tel que l'est celui à oxidule, mais sans reproduction de phosphore.

L'union, à l'aide de la chaleur du composé à oxide avec celui à acide, détermine la répartition du premier en ce dernier et en phosphore. L'oxigène d'une partie de l'acide phosphoreux prenant une addition de calorique se transfère sur l'autre partie, et du phosphore se réduit à mesure que de l'acide phosphoreux s'oxigène en acide phosphorique ; et l'acide muriatique sec se met en rapport avec le nouveau proportionnément du phosphore avec de l'oxigène. C'est ainsi qu'à une chaleur de sous-réduction l'oxidule du mercure se partage en oxide et en métal réduit, et qu'à la même chaleur augmentée de celle de dévice-hydratation le muriate à oxidule de mercure se partage en muriate à oxide et en

mercure réduit, par le transport de tout l'oxigène accompagné de calorique, sur la moitié précise du mercure, avec réduction de l'autre moitié et accumulation du double d'acide muriatique sec sur le métal devenu oxidé. C'est le calorique seul qui doit se trouver en plus grand rapport dans un oxide que dans un oxidule, et ainsi en général dans les corps qui sont davantage oxidés, d'après une estimation, non en raison de leur masse, mais en raison de l'hydrogène dout la base primitive du corps est surcombinée.

Lorsque l'hydrate d'acide phosphoreux que l'on obtient de la décomposition du muriate à oxide par l'eau est fortement échauffé, il s'opère une décomposition compliquée, l'acide phosphoreux se partage en acide phosphorique et en phosphore, et l'eau déplaçant l'hydrogène d'avec une partie de ce combustible le réduit en acide phosphorique, et l'hydrogène déplacé se combine avec l'autre partie qui reste indécomposée, et forme du gaz hydrogène phosphoré. Le résidu total est de l'acide phosphorique. Vingt de phosphore qui dans cette opération sont transformés par l'eau en acide phosphorique déposent 4 d'hydrogène; ce qui prouve que dans l'oxigénation du phosphore en acide phosphorique cette quantité du même principe, surcombinant l'acide phosphorique sec dans le phosphore, est oxidée en eau par 30 d'oxigène; ce qui serait 16 pour l'acide phosphorique sec.

La décomposition du sel à acide par le moyen de l'eau, ajoute à l'acide muriatique sec le quart de son poids en ce liquide et le convertit en gaz, et l'acide phosphorique en possession non partagée de toute l'eau que son hydrogène a formée avec l'oxigène du gaz mu-

riatique oxigéné reste sous la forme d'acide ordinaire. Cette analyse du composé est très-simple. D'après une expérience de MM. Gay-Lussac et Thénard, le composé à oxidule étant traité avec le potassion, donnerait du phosphate et de l'acide muriatique. Il faudrait, pour un tel produit, que le phosphore non oxidé fût déplacé dans son hydrogène qui, avec le gaz muriatique oxigéné, formerait de l'acide simple, et que son acide sous-sec s'engageât avec le métal oxidé. Il faut, dans tous les cas, qu'il se sépare du phosphore indécomposé, et qu'il se forme du muriate sec dont l'oxigène a dû passer à l'hydrogène du phosphore et composer l'eau de la sous-hydratation. Avec le fer la décomposition est complète, l'acide muriatique sec s'engageant avec une portiou du métal que l'eau du composé a oxidé avec déplacement de son hydrogène, et le phosphore réduit par la substitution de cet hydrogène à l'eau cédée au fer, s'engageant en phosphure avec une autre portion du métal : du potassion en assez grande quantité pour former du phosphure, produirait le même genre de décomposition. Le commencement de l'opération exige une forte chaleur à cause que le phosphore est à l'état d'oxide ou le muriate à l'état d'oxidule; mais la fin procure un fort dégagement de calorique par l'hydrogène qui déjà déplace, d'avec l'acide sec sous-hydrogéné du phosphore, une grande quantité de calorique, et par le métal qui en surhydrogénant ce combustible, en déplace encore beaucoup. Le muriate à acide doit pouvoir être décomposé avec peu de chaleur, l'oxigène y existant avec un déplacement dans son calorique peu supérieur à celui dans l'eau; et la seconde période du procédé doit également faire dégager beaucoup de chaleur. Ce sel pourra admettre les

métaux à participer avec lui à la possession de l'oxigène et de l'acide sec phosphorique, et fournir des composés intéressans et variés.

Nous avons vu que l'eau résout le muriate à oxide en gaz muriatique simple et en acide phosphoreux hydraté. Ce liquide se substitue encore complétement près de l'acide sec muriatique à l'acide phosphoreux composé de l'oxigène de cet acide et augmente d'un quart le poids de celui-ci. D'après cette synthèse de l'acide muriatique et en supposant que les acides secs saturent une proportion dont le contenu en oxigène serait égal au leur, alors l'acide muriatique doit, sur 69 parties, contenir 15 parties d'oxigène saturées en eau par 2 parties d'hydrogène, et 15 parties du même oxigène sursaturé par 3 parties d'hydrogène et formant l'eau dans le même rapport qu'elle est, par exemple, dans l'acide phosphoreux; puis 34 de base primitive = 69, qui est le nombre par lequel M. Davy représente le gaz acide muriatique. Cet excès d'hydrogène aux proportions de l'eau d'où résulte un corps qui n'a point d'existence incombinée, et qui cependant existe, en quelque sorte, incombiné avec la base primitive dans les acides secs, explique comment ces acides doivent toujours être saturés par d'autres corps, tels qu'oxides, acides ou oxigène, qui complétent son oxidation au degré de l'eau, ou par de l'hydrogène qui, en le sursaturant plus fortement, assure son existence hors de saturation par de l'oxigène; et, d'après une telle idée, l'insiolabilité des acides secs deviendrait un phénomène naturel. » —

8. En échauffant ensemble du phosphore et de la

chaux éteinte, ou bien une solution forte de potasse ou de soude, on obtient un fluide élastique qui possède la propriété particulière de s'enflammer par le contact de l'air. Il est nécessaire que l'air des vaisseaux dans lesquels on le prépare soit privé d'oxigène, en y faisant brûler du phosphore ou une chandelle. Le gaz doit être conservé sur le mercure: il s'altère sur l'eau qui contient de l'air.

Ce gaz diffère dans ses propriétés suivant la manière dont il est préparé. Je l'ai obtenu de phosphore et de lessives alcalines à des pesanteurs spécifiques qui variaient entre 4 et 7, l'hydrogène étant 1. Son odeur est très-désagréable ; l'eau absorbe environ 1 quarantième de son volume de ce gaz. Il détone lorsqu'il est mis en contact avec de la chlorine et repand une lumière verte brillante ; mais les produits de cette détonation n'ont jamais été examinés en détail. Il brûle dans le gaz oxigène avec une lumière blanche extrêmement vive. Le gaz spontanément inflammable le plus pesant que j'aie obtenu n'absorbait pas tout-à-fait l'égal de son volume d'oxigène.

En faisant éclater pendant quelque temps des étincelles électriques à travers de gaz de cette nature, il se dépose des flocons rougeâtres qui brûlent comme du phosphore ; le volume du gaz n'est ordinairement pas changé, et ce qui reste est de l'hydrogène. Lorsque du gaz dont la pesanteur spécifique était 6 fut pendant quelque temps échauffé sur du mercure en contact avec de la limaille de zinc, il y eût une dilatation de volume de plus d'un tiers ; il se forma, à la surface du zinc, une substance qui avait les caractères

d'un composé de phosphore et de ce métal. Il y eût une expansion lorsque du platine en très-petits fragmens était échauffé dans une portion du même gaz. Un excès de potassion étant mis en réaction sur ce gaz à la faveur de son échauffement par une lampe à l'esprit-de-vin, il y eût un accroissement rapide de volume: 2 parties se dilatèrent jusqu'à plus de 3 parties; le potassion éprouva le même changement que s'il avait été uni à du phosphore, et le gaz se trouva être de l'hydrogène.

Ce fluide, que M. Gengembre découvrit en 1783, a été appelé *hydrogène phosphoré*.

9. Lorsqu'on échauffe de l'hydrate solide d'acide phosphoreux hors du contact de l'air, il se forme de l'acide phosphorique solide et il se produit une grande quantité de fluide élastique lequel possède des propriétés très particulières. Je découvris ce fluide en même temps que l'hydrate solide d'acide phosphoreux, en février 1812. Ce gaz a une odeur désagréable, mais il n'est à -beaucoup-près pas aussi fétide que le gaz hydrogène phosphoré. Il ne s'enflamme point spontanément à l'air, mais lorsque pendant qu'il est en contact avec du gaz oxigène on l'échauffe jusqu'à environ 300 Fahr., il détone avec violence; il s'enflamme dans la chlorine en répandant une lumière blanche. L'eau absorbe un demi de son volume de ce gaz. Dans une expérience où une petite portion seulement de ce gaz fut pesée, sa pesanteur spécifique parut être à celle de l'hydrogène comme environ 12 à 1.

Lorsque dans ce gaz on échauffe du potassion, son volume se double et le gaz restant est de l'hydrogène

pur. Lorsque du soufre est vaporisé dans un volume du même gaz, il se forme un sulfure de phosphore (voyez page 589) et l'on obtient à-peu-près 2 volumes de gaz hydrogène sulfuré. Par la détonation avec un excès d'oxigène, 3 en volume du gaz absorbent au-delà de 5 en volume d'oxigène; et un peu de phosphore est constamment déposé. Lorsque par l'étincelle électrique on fait détoner 8 du gaz avec 2 de gaz oxigène, il se dépose une quantité considérable de phosphore et il reste 9 d'un gaz qui a l'odeur du gaz hydrogène phosphoré ordinaire. Un volume du même gaz absorbe environ quatre volumes de chlorine.

Je hazarde de proposer, pour ce gaz, le nom de *gaz hydro-phosphorique*. Il paraît composé de 1 proportion de phosphore et de 4 d'hydrogène, deux volumes d'hydrogène étant condensés en un volume; et le nombre qui le représente est 24. Il est probable que le gaz appelé hydrogène phosphoré contient quelquefois ce gaz mêlé à de l'hydrogène ordinaire, et peut-être un *fluide élastique particulier* composé de 1 proportion de phosphore avec 2 d'hydrogène, lequel possède la propriété de s'enflammer spontanément à l'air. J'ai trouvé que le gaz hydro-phosphorique ne devient pas spontanément inflammable par son mélange avec du gaz hydrogène. Il n'existe peut-être pas dans toute la série des phénomènes chimiques une démonstration plus lumineuse de la théorie des proportions déterminées que celle que présente la décomposition de l'acide hydro-phosphoreux en acide phosphorique et en gaz hydro-phosphorique.

Quatre proportions d'acide contiennent quatre proportions de phosphore et quatre d'oxigène; deux pro-

portions d'eau contiennent quatre proportions d'hydrogène et deux d'oxigène. Les six proportions d'oxigène s'unissent à trois proportions de phosphore pour former trois proportions d'acide phosphorique, et les quatres proportions d'hydrogène se combinent avec une proportion de phosphore pour former une proportion de gaz hydro-phosphorique; et ces produits sont les seuls qu'on obtienne.

— « Lorsqu'on échauffe fortement de l'acide hydrophosphoreux, l'eau déplace l hydrogène non-saturé d'avec une partie de l'acide, et l'autre partie de ce corps se partage eu phosphore et en acide phosphorique; et le gaz hydrogène déplacé dissout le phosphore réduit.

Ceci confirme que l'acide phosphoreux concret est du phosphite d'oxide de phosphore hydraté par de l'eau, comme le gaz nitreux rutilant est du nitrite d'oxide d'azote également hydraté par de l'eau, et que plusieurs substances végétales ont pour base du carbonite d'oxide de carbone.

L'acide sulfureux sur lequel on réagit par la chaleur et en même-temps par l'eau, ne forme pas du gaz hydrogène sulfuré, mais son hydrogène sous-saturé passe à une portion de son combustible d'acide sulfureux en remplacement de son équivalent en eau, et le restant de l'acide s'hydrate par cette eau et par celle adjointe en acide sulfurique.

M. Gay Lussac s'est assuré que dans la préparation du gaz hydrogène phosphoré par les alcalis ou les terres alcalines, il ne se produit point de l'acide phosphorique, mais seulement de l'acide phosphoreux. J'a-

vais déjà annoncé ce fait qui dépend de l'insuffisance de la température que le phosphore peut prendre par la voie humide pour la substitution du calorique à son hydrogène, et le remplacement de celui-ci par de l'eau, du-moins jusqu'à l'état d'acide phosporique. Ceci s'entend du procédé ordinaire et par la voie humide; car lorsqu'on prépare d'avance du phosphure, par la voie sèche et à une chaleur rouge, l'eau déplace d'avec ce corps l'hydrogène phosphoré jusqu'à sa vice-hydratation en phosphate.

Le gaz hydrogène phosphoré qu'on prépare à une basse tem[illegible]ture n'est, comme le nouveau gaz de l'auteur, [illegible]sque pas inflammable à l'air, parce qu'il n'est pa[illegible]alement dissout par l'hydrogène, mais qu'il est mên[illegible] dilué dans ce gaz, ce qui satisfait à toutes ses affinités. M. Chaptal, fils, a fait la même observation à l'égard du gaz hydrogène sulfuré, obtenu à une basse température, et il a de plus trouvé qu'un tel gaz n'est presque pas soluble dans l'eau. »

10. Le phosphore et le soufre sont susceptibles de s'unir entre eux. On peut les combiner par la fusion dans un tube vide d'air ou sous l'eau; mais dans ce dernier cas on ne doit opérer que sur de petites quantités, à cause que l'eau, qui au moment de la combinaison est décomposée, produit quelquefois une explosion : ce composé, qui a été nommé sulfure de phosphore, a été décrit par Margraaf en 1762. Il le forma de parties égales des deux substances; mais le phosphore et le soufre peuvent s'unir dans un grand nombre de proportions. Ces mélanges sont plus fusibles que leurs composans isolés. Le mélange que j'ai trouvé le plus fusible est celui qui consiste en un

et demi de soufre et deux de phosphore : il reste liquide à 40° de Fahrenheit, et semble composé d'une proportion de soufre, 30, et de deux de phosphore, 40. Lorsqu'il est figé, sa couleur est blanche-jaunâtre ; il est plus combustible que le phosphore, et se volatilise à uue forte chaleur sans se décomposer.

Les termes de la fusion et de la vaporisation du phosphore et du soufre sont si rapprochés qu'il n'est pas facile de discerner les vraies combinaisons chimiques de ces corps, en différentes proportions, d'avec les mélanges de ces combinaisons avec les corps eux-mêmes. Le composé de huit parties, en poids, de phosphore avec une partie de soufre, reste liquide à 68° Fahr., et une partie de phosphore avec trois parties de soufre se solidifie à envirou 100 °.

— « D'après toutes les expériences et particulièrement d'après celles de M. Favre, consignées dans mon *Journal*, et celles plus récentes de M. Thénard, le mélange fondu de phosphore et de soufre dépose une quantité considérable de gaz hydrogène phosphoro-sulfuré aussi bien à sec que sous l'eau ; et il se produit une détonation que MM. Garden, Briggs et Accum ont aussi observée.

Cette constitntion des deux combustibles avec moins d'hydrogène dénote déjà une tendance de leurs acides à subsister unis avec une demi-quantité d'eau et en vice-hydratation de l'un acide par l'autre hydraté par de l'eau ; et il est présumable que le mélange fondu, dans les proportions qui donnent le plus d'hydrogène, ne s'acide pas par l'oxigène en un composé d'acide phosphorico-sulfurique étroitement uni ; et l'on pourrait

tenter de réduire le composé en alcohol par le charbon rougi. La détonation que produit ce composé ne peut, comme nous l'avons déjà fait remarquer, être attribuée à la décomposition de l'eau, mais bien à un déplacement de ce liquide d'avec l'un des acides.

La combinaison par affinité chimique doit pouvoir exister dans les trois rapports qui formeraient des sulfates à oxidule, à oxide et à acide de phosphore.»

11. Lorsque du phosphore fondu est exposé à l'action de la décharge voltaïque provoquée par des fils de platine, il s'en dégage une petite quantité d'hydrogène phosphoré ; mais rien ne prouve que l'hydrogène soit essentiel à sa constitution ; car le phosphore ordinaire peut tenir en mélange un peu d'hydrure de phosphore, et il serait très-difficile de découvrir dans l'acide phosphorique la petite quantité d'eau à laquelle cet hydrogène doit donner naissance ; et la couleur rouge que prend quelquefois le phosphore semble être dû à une petite quantité d'oxide de ce corps Il existe des analogies favorables à l'idée que le phosphore serait composé, lesquelles seront discutées dans la suite de cet ouvrage ; mais, dans la distribution des faits appartenant à la science, on doit continuer de le regarder comme un corps indécomposé.

— « Le phosphore ne saurait, sans substitution, être décomposé dans son hydrogène, mais l'ammoniaque qui d'avec l'acide phosphorique vitrifié déplace tant d'eau, et qui sans doute s'engage à sec ou à soushydratation avec cet acide, doit, par la chaleur, se résoudre en azote et l'acide sec doit se composer en phosphore sans que de l'hydrogène ou sans que beaucoup d'eau soit mis

en liberté, ce qui dévoilerait parfaitement la composition du phosphore et des combustibles acidifiables non métalliques. » —

12. Le phosphore n'a jusqu'ici été d'aucun usage dans les arts; mais plusieurs de ses préparations ont été employées pour produire une prompte inflammation et pour se procurer du feu. Un des meilleurs composés de ce genre est un sulfure de phosphore contenant deux de ce combustible et un de soufre : un peu de cette substance qu'on applique à une mèche de soufre s'enflamme par un léger frottement.

V. *Du Carbone ou Charbon, et du Diamant.*

1. Par le mot *carbone* on désigne la partie inflammable pure du charbon, telle que le noir d'huile et autres substances semblables. On obtient le carbone dans l'état le plus pur en faisant passer de l'huile ou de l'esprit-de-vin à travers de tubes rougis : il se présente alors sous la forme d'une poudre noire impalpable. Il n'a ni goût ni odeur. C'est un conducteur d'électricité. Il est plus que deux fois aussi pesant que l'eau. Pour l'usage des expériences ordinaires, du charbon de bois léger, comme celui d'aune qu'on échauffe jusqu'à l'incandescence blanche, après l'avoir plongé dans de l'eau bouillante, est suffisamment pur. Cependant, un tel charbon attire promptement l'humidité de l'air, de manière à augmenter de 12 à 14 pour cent en poids; et lorsqu'il est sec, il absorbe plusieurs fois son volume d'un gaz quelconque avec lequel on le met en contact. C'est pourquoi on doit l'employer immédiatement après l'ignition et tandis qu'il est encore chaud.

Le

Le carbone, qu'il soit en masse cohérente ou en poudre, s'est jusqu'ici montré infusible aux plus fortes chaleurs qu'on ait pu lui appliquer. Je l'ai exposé aux pouvoirs d'ignition intense de différentes batteries voltaïques; à la batterie de M. Childeren, décrite page 163; à une autre de 40 plaques doubles de 18 pouces carrés, et à celle de 2000 doubles plaques de 4 pouces carrés, tant dans le vide que dans des gaz comprimés de l'espèce de ceux sur lesquels il n'exerce point d'action chimique. Il s'est dégagé un peu d'hydrogène, et le carbone s'est volatilisé lentement; et la partie qui était restée fixe avait acquis plus de dureté, et, dans un cas, elle raya le verre : ce résidu avait aussi pris plus d'éclat; mais ses autres propriétés n'avaient point changé et il n'y avait eu aucune apparence de fusion. Sa capacité pour la chaleur, suivant le docteur Crawford, est à celle de l'eau, comme .2631. à 1.

2. Il existe deux combinaisons distinctes de carbone et d'oxigène, dont il a déjà été fait mention page 68. *L'acide carbonique* se forme toutes les fois que du charbon ou de la matière carboneuse est brûlée dans l'air ou dans le gaz oxigène, et il se dégage pendant la fermentation, par l'effet de la décomposition des matières animales et végétales; et il est séparé des pierres calcaires par l'ignition ou par l'action des acides.

Le moyen le plus expéditif pour obtenir ce gaz à l'usage des expériences de chimie consiste à mettre de l'acide muriatique fortement dilué en réaction sur du marbre en poudre. On peut le recueillir sur l'eau, ou, pour les expériences exactes, sur le mercure.

Le gaz acide carbonique fut le premier fluide élastique qu'on distingua parfaitement de l'air. On doit la connaissance de sa nature acide au docteur Black qui la découvrit en 1755. Environ 30 ans après, Lavoisier reconnut sa composition.

Le gaz acide carbonique éteint la flamme. Il a une odeur piquante et un goût fade, mais agréable. Il n'est point respirable. Sa pesanteur spécifique est à celle de l'hydrogène, comme 20. 7 à 1. Cent pouces cubes de ce gaz, à une température et une pression moyennes, pèsent 47 grains.

Le gaz acide carbonique est absorbé par l'eau qui, à 41°, s'unit avec l'égal de son volume de ce gaz. La chaleur le chasse de l'eau.

Lorsqu'on transverse du gaz acide carbonique d'un vase dans un autre, au fond duquel on a placé une chandelle allumée, la flamme est aussitôt éteinte.

Il rougit le papier teint en tournesol; et il se combine avec les alcalis, les terres alcalines et les oxides métalliques.

On a déjà rapporté, page 68, une preuve synthétique de la composition de l'acide carbonique.

Le charbon ordinaire, lors même qu'il est bien brûlé, contient toujours un peu d'hydrogène, et donne une petite quantité d'eau pendant sa combustion; mais le charbon que fournit la décomposition des huiles donne de l'acide carbonique seul. Quand on l'allume dans le

gaz oxigène sec, il brûle en répandant de vives étincelles; on ne peut s'appercevoir que le volume du gaz soit changé; et, lorsque l'opération est achevée, on trouve que le gaz oxigène est converti en gaz acide carbonique.

Les proportions des élémens dans le gaz acide carbonique se trouve facilement en cherchant la différence des poids entre lui et le gaz oxigène. Cette différence fait voir, comme on l'a établi ci-dessus, qu'il doit être composé de 13 de carbone et de 34 d'oxigène.

La composition du gaz acide carbonique est encore prouvée analytiquement par son action sur le métal de la potasse. En échauffant fortement de ce métal dans une cornue contenant du gaz acide carbonique, il s'enflamme et brûle avec une lumière rouge; il se dépose du carbone en poudre fine; le gaz disparaît, et on trouve que de l'oxigène s'est joint au potassion.

3. Le composé de carbone et d'oxigène, contenant moins d'oxigène que le gaz acide carbonique, peut être obtenu par divers procédés outre celui décrit page 68. Il se forme lorsqu'on fait rougir de la craie, ou une autre substance contenant de l'acide carbonique, avec du charbon, avec du fer ou avec de l'étain; ou en faisant rougir des oxides métalliques difficilement réductibles avec du charbon, ou encore en poussant du gaz acide carbonique sur du charbon rougi à blanc dans un tube de porcelaine. Dans ce dernier cas, la composition du gaz se démontre par les phénomènes du procédé; car une partie du carbone disparaît et le gaz acide carbonique est transformé en *gaz oxide carbonique*, et il se produit une expansion considérable

du gaz. La vraie nature de ce fluide élastique a été découverte par M. Cruikshank en mars de 1801. On peut le débarasser de l'acide carbonique avec lequel il est ordinairement mêlé en le lavant à l'eau de chaux.

Il est combustible, et, par le contact d'un corps incandescent ou enflammé, il brûle dans l'air atmosphérique avec une flamme bleue flamboyante. Sa pesanteur spécifique, conformément à M. Cruikshank, est à celle de l'hydrogène, comme 13. 2 à 1. Cent pouces cubes de ce gaz pèsent environ 30 grains.

L'oxide carbonique peut être introduit dans les poumons, mais sa respiration est préjudiciable à la vie. Je l'ai une fois inspiré trois fois de suite en mélange avec environ 1 quart d'air atmosphérique; l'effet en a été une perte momentanée du sentiment, laquelle fût suivie de vertiges et de malaise, ainsi que de douleurs aiguës en différentes parties du corps, et d'une extrême faiblesse : il se passa plusieurs jours avant que je fusse entièrement remis de cet état.

L'eau absorbe environ 1 cinquantième de son volume d'oxide carbonique.

La chlorine n'exerce point d'action immédiate sur l'oxide carbonique, lorsque, sur du mercure sec, on l'expose avec ce gaz à la clarté du jour; et l'étincelle électrique qu'on tire à travers le mélange ne produit pas plus d'effet. MM. Gay-Lussac et Thénard, et M. Murray, ont avancé qu'il n'y a point d'action entre ces gaz, lors même qu'ils sont tenus long-temps exposés aux rayons directs du soleil. Cependant, des expériences faites par

mon frère, M. J. Davy, auxquelles j'ai assisté, prouvent le contraire. Les deux gaz, dans cette circonstance, se combinent rapidement, et, lorsqu'ils sont à volume égal, ils se condensent de la moitié, et forment un gaz particulier auquel mon frère a reconnu des propriétés très-curieuses et qui s'approche de la nature d'un acide.

On peut facilement démontrer par des expériences analytiques la nature de l'oxide carbonique ainsi que les proportions de ses élémens. Lorsque deux en volume de cet oxide sont mêlés avec un en volume de gaz oxigène, et qu'on tire à travers le mélange une étincelle électrique, il se produit une inflammation, et il se forme 2 en volume de gaz acide carbonique pur, et sans qu'il y ait d'autre produit.

Lorsque du potassion est fortement échauffé dans l'oxide carbonique, il y a combustion: du carbone est déposé, il ne se dégage aucun gaz, et de l'oxigène se trouve combiné avec le métal.

Il résulte des expériences faites sur l'acide carbonique et l'oxide carbonique, que le nombre qui représente le carbone est environ 11. 4; et l'acide carbonique est représenté par 30 joint à 11. 4, ou par 41. 4; et l'oxide carbonique est représenté par 15 joint à 11. 4, ou par 26. 4.

Quelques chimistes ont été embarrassés pour trouver comment il se fait que l'oxide carbonique, qui contient plus de carbone que l'acide carbonique, soit plus léger que cet acide; mais, comme M. Dalton l'a ingénieusement et justement fait observer, cette circonstance ne présente pas la moindre difficulté; car le carbone, dans son état de gaz, peut être considérablement plus

léger que le gaz oxigène. Les poids spécifiques des gaz ne sont en aucun rapport avec la densité des liquides ou des solides dont ils sont composés; l'éther est plus léger que l'eau; cependant sa vapeur est plus pesante que celle de ce liquide: si l'on suppose que l'oxide carbonique est formé de volumes égaux de carbone gazifié et de gaz oxigène, occupant l'espace de deux en volume, la pesanteur spécifique du carbone gazeux sera à celle de l'oxigène comme 13 à 17; ou si la composition de l'oxide carbonique est semblable à celle de l'oxide nitreux, sa pesanteur sera seulement comme 6. 5 à 17.

L'acide carbonique qui se forme dans la fermentation est le résultat d'une double affinité. L'eau aidée d'une certaine température se substitue à l'hydrogène d'une partie du carbone organisé et le convertit en acide carbonique, tandis que l'hydrogène déplacé est repris par une autre partie du même corps d'avec lequel il déplace du calorique et qu'il convertit en esprit-de-vin. Le calorique dégagé concourt avec l'eau déjà, à la température de 15° R., à transmettre à l'acide sec ce qui lui manque en cet agent pour le déplacement de son hydrogène; ensuite l'alcohol déplace encore du calorique d'avec l'eau par laquelle il se plusoxide, ce qui forme l'échauffement spontané des matières fermentantes, laquelle serait encore bien plus considérable sans la présence de l'eau de solution qui fixe presque autant de calorique que l'eau de plusoxidation en dépose.

Il est à remarquer que l'eau ne doit pas opérer ce déplacement d'avec du carbone ordinaire, mais d'avec celui déjà organisé ou près de l'acide duquel l'hydrogène est déjà en partie déplacé par de l'eau; le premier déplacement serait impossible à effectuer sans le secours d'une chaleur rouge.

Le carbone est le seul combustible acidifiable dont le contenu en hydrogène, comme son acide est le seul dont le contenu en eau peut être exactement déterminé. Rien n'est arbitraire comme la spécification en eau des autres acides, tant en leur eau propre qu'en celle de plusoxidation supplémentaire.

L'acide carbonique est de tous les acides celui qui condense le moins son eau d'hydratation et qui par conséquent en prend le plus; cela doit dépendre de ce que l'hydrogène de son acide sec est le plus saturé de l'oxigène avec lequel se proportionne l'eau de plusoxidation, de la même manière que le font les oxides; c'est pour cela que l'acide carbonique joint à une grande capacité de saturation une faible intensité de combinaison, la première de ces propriétés dépendant du contenu en hydrogène et la seconde de la sous-saturation dans l'hydrogène. La première de ces qualités fait que l'acide sulfurique adhère si fermement à ses plusoxidans, et la seconde qu'il excite avec l'eau beaucoup de chaleur; c'est encore là la cause qu'un oxidule précipite un oxide et qu'un oxide admet encore facilement du métal à partager avec lui la possession de son dissolvant.

L'oxide gazeux de carbone se forme de ce combustible près duquel une chaleur rouge a assez déplacé l'hydrogène d'avec l'acide pour qu'en échange d'une portion de celui-ci il pût prendre de l'eau et transmettre cette portion d'hydrogène à l'acide carbonique qui lui fournit cette eau. Il faut que l'échauffement soit double, c'est-à-dire, que l'acide sec soit déplacé d'avec l'hydrogène dans le carbone, et l'eau d'avec cet acide encore hydrogéné dans l'oxide carboneux; mais ce double déplacement ne doit pas être entier, car, s'il l'était, de l'acide carbonique se formerait de nouveau, et du carbone serait régénéré.

Lorsque par des oxides métalliques fortement oxigènes et par du carbone on prépare l'oxide carboneux, si l'on administre trop de feu on n'obtient que de l'acide carbonique, parce que le passage est entier. Il ne faut pas ici l'intermède de l'eau, parce que le métal réduit peut subsister, et qu'à un certain point d'échauffement l'oxigène peut se séparer par un effet de réduction.

Du carbonate de baryte et de la chaux carbonatée anhydreuse, sur lesquels, tandis qu'ils sont échauffés au rouge, on dirige du gaz hydrogène, donnent de l'oxide carboneux et des terres hydratées par l'eau que l'hydrogène déplace d'avec l'acide sec carbonique encore hydrogéné. Si la chaleur était trop forte la substitution pourrait être entière, et l'on obtiendrait du carbone régénéré.

De la chaux qu'on pousse à sec à une trop forte chaleur donne du gaz oxigène et se brûle. Il reste une combinaison de chaux plusoxidée par de l'oxide de carbone que l'on ne peut en déplacer à froid, mais qu'à une chaleur rouge la vapeur d'eau en expulse avec abondance. La chaux brûlée que l'on fait rougir en contact avec l'air, complète l'oxigénation de l'oxide de carbone en donnant lieu à une combustion pyrophorique, et redevient chaux carbonatée.

Les métaux facilement réductibles par le charbon ne donnent avec ce combustible que du gaz acide carbonique; ceux sous-oxidables donnent de cet acide par l'oxigène de leur oxidation, et de l'oxide gazeux de carbone par l'oxigène de leur oxidulation. Cette différence dépend de ce que de l'oxigène avec assez de calorique, pour que l'eau formée soit au degré de la liquidité, forme une plusoxidation de l'acide sec par de l'eau, laquelle constitue l'acide ordinaire, tandis qu'avec trop peu de calorique l'eau est au-dessous de ce degré et ne peut plusoxider que de l'acide sec encore hydrogéné, devant remplacer par de l'hydrogène ce qui lui manque en calorique pour pouvoir subsister. Le produit est alors de l'oxide de carbone pur. De l'oxidule anhydreux de fer ou éthiops martial par la voie sèche, étant traité par du carbone calciné, ne donne presque que de l'oxide gazeux.

Dans tous les cas où du carbone non hydrogéné ou non organisé par de l'eau brûle vivement avec une sous proportion d'oxigène pour son état d'acide, et là où du carbone et de l'acide carbonique peuvent établir entre eux un échange d'hydrogène pour de l'eau, il se forme du gaz oxide carboneux. M. Henry a sous-composé le gaz acide carbonique en gaz oxide carboneux et en gaz oxigène, en déplaçant l'oxigène d'acidification par le fluide électrique.

Le gaz oxide carboneux, comme consistant en partie en hydrogène non saturé, doit naturellement être plus léger que le gaz acide carbonique.

— « Le gaz carbonico-muriatique de M. J. Davy est du muriate d'acide carbonique. Il ne paraît pas se former aux oxidations intermédiaires d'oxide de carbone

et d'acide carboneux. C'est sans doute l'inséparabilité de l'acide sec carbonique d'avec l'eau qui est la cause de l'oxidation de son hydrogène de vice-hydratation jusqu'à l'état de ce liquide; car l'oxide de carbone a une existence parfaitement déterminée, et, quoique l'acide carboneux ne se forme pas hors de combinaison, il pourrait se former à l'état combiné comme le fait l'oxide de soufre.

Incorporez au double acide de l'oxide de carbone, cela ne remplirait pas le but, et l'incorporation du carbone lui même serait encore plus difficile ; car ce combustible a un excès d'hydrogène, ou, si l'on veut, de combustibilité, à son proportionnément avec le gaz muriatique oxigéné, puisque son engagement avec ce gaz exige que de l'oxigène non appartenant au gaz muriatique soit d'avance ajouté au carbone jusqu'à sa saturation en oxide; et cette circonstance est une condition de rigueur pour l'engagement. Le soufre aussi a cet excès d'hydrogène, puisque le gaz muriatique oxigéné ne peut le saturer qu'en acide sulfureux.

On doit sans doute concevoir que le gaz oxigéné se combine d'abord avec l'oxide en muriate de ce corps, et que ce sel se surcombine d'oxigène et d'acide muriatique en muriate à acide carbonique. Le carbone qui sur 13 parties de sa substance n'a que 9 d'acide sec, puisqu'il sature 32 d'oxigène (sans doute 30 sur 12, et la fraction pour son hydrogène séparable par la calcination) ne pouvait pas autrement se proportionner avec le gaz muriatique oxigéné, car la saturation de ce gaz par du carbone serait outreproportionnée par de l'acide muriatique, ce qui ne peut

se faire, le rapport de la combinaison s'établissant entre les acides secs et se trouvant au maximon de l'affinité dans le muriate à acide carbonique. Le phosphore peut bien, dans l'état sous-acidifié et sous-oxidé de son hydrogène, faire fonction d'oxide et d'oxidule et en outre d'acide, et le soufre peut faire fonction des deux premiers corps et pas d'acide; mais ils ne pourraient se surcombiner à leur état de sel à acide; et lorsque leur hydrogène est oxidé en eau, c'est l'acide sec seul de ces corps qui peut proportionner. La saturation du carbone comme du soufre, par le gaz muriatique oxigéné, donnerait lieu à la combinaison entre l'hydrogène excédant du carbone et l'oxigène du gaz oxigéné sursaturant, lequel acide, en vertu de l'inamovibilité de l'hydrogène comme de l'eau de l'acide carbonique, devrait rester adhérent au sel; et le composé serait à double acide vice-hydraté par de l'acide muriatique sec. Un combustible acidifiable, dont l'eau d'hydratation serait aussi facile à séparer qu'elle l'est d'avec l'acide muriatique, laisserait enlever l'hydrogène de cette eau et se formerait à double acide avec de l'eau pour l'hydratation rigoureuse de l'acide sec muriatique; d'où il résulte que le double acide de M. J. Davy existe avec une hydratation par de l'eau étrangère et en sursaturation à la capacité de l'acide muriatique, et bien par toute l'eau que l'oxigène d'oxidation du carbone peut former. Le sel ammoniacal de ce double acide n'est donc pas entièrement sec ou ne consiste pas en muriate vice-hydraté par du carbonate sous-hydreux, et si ce sel pouvait se constituer à sous sec, il devrait, lors de sa formation, se déposer, sous forme d'eau, la moitié de l'hydrogène de vice-hydratation du carbone oxidé en ce liquide par l'oxigène de l'oxide carboneux. Le rapport de

l'oxigène dans l'oxide de carbone peut faire considérer ce corps comme de l'acide carboneux.

Le double acide doit d'après cela pouvoir se résoudre en gaz acide muriatique et en gaz acide carbonique, par la moitié de l'eau que l'oxigène d'acidification du carbone pourrait former avec de l'hydrogène, puisque le composé est déjà en possession de l'autre moitié de cette eau ; et de l'hydrogène mêlé avec de l'oxigène, dans le rapport pour former cette moitié d'eau, doit également décomposer le gaz.

L'hydrogène, dans des circonstances qui seront faciles à trouver, se substituera à la moitié de l'eau propre de l'acide carbonique et le sousoxidera en oxide carboneux ; et cette moitié avec l'eau de surcombinaison qui est en quantité exactement correspondante avec cette moitié, hydratera l'acide sec muriatique en gaz acide muriatique ; et si le déplacement de l'eau était complet, ce qui serait d'autant moins difficile à obtenir que le proportionnément de l'eau par le calorique s'éloigne peu de l'existence incombinée de ce liquide, alors il se régénérerait du carbone, et l'on aurait de l'acide muriatique en partie dissout dans l'eau.

L'oxigène doit également pouvoir se substituer près de l'acide muriatique sec à l'acide carbonique et à l'eau ; c'est ce que le gaz muriatique suroxigéné pourrait effectuer malgré son grand excès en calorique, mais qui est plus facile à séparer que d'avec le gaz oxigène, par la raison que la partie de cet agent, que l'acide muriatique déplace d'avec l'oxigène qui se reconstitue en vice-hydratation, élastifie le calorique de gazification

de l'oxigène, que ce principe est dispensé de reprendre en s'engageant de son côté en vice hydratation avec l'acide muriatique du double gaz. On peut aussi concevoir que du calorique adjoint pour une solution doit être plus facile à séparer que du calorique de saturation chimique, et d'autant plus que les deux oxigènes, vice-hydraté et vice-hydratant, sont l'un et l'autre repris en vice-hydratation. Les oxides vice-hydratés par de l'oxigène doivent résoudre le double gaz en acide carbonique, en acide muriatique simple et en gaz muriatique oxigéué; et ils doivent se former en muriates secs à oxides; ou si la décomposition est complète, ils doivent déposer de l'oxigène ou former des muriates oxigénés.

Le gaz muriatique oxigéné, qui avec le gaz nitreux se forme en gaz regal, ne le fait qu'à l'aide d'une adjonction d'eau, et il le ferait avec de l'ammoniaque oxidée dans son azote en gaz nitreux, et dans son hydrogène d'alcalisation en eau. C'est pour cela que le muriate d'ammoniaque avec l'acide nitrique, et le nitrate du même alcali avec l'acide muriatique, se convertissent si facilement en acide nitrico-muriatique, lequel par conséquent n'existe pas à sec.

Le mélange des gaz oxigène et hydrogène dans le rapport de l'eau, en formant ce liquide, opère un déplacement de l'acide carbonique d'avec l'acide sec muriatique. Si, dans cette expérience, le gaz hydrogène devait seulement se joindre au gaz muriatique oxigéné, et l'oxigène au gaz carboneux oxidé, on ne pourrait obtenir cet effet que par des explosions électriques répétées et non par une étincelle d'inflammation,

et il n'y aurait point de détonation ; à-moins de supposer que l'eau se formât pour de suite se décomposer.

Les métaux agissent sur le double gaz en substituant de leur hydrogène à l'oxigène du gaz muriatique oxigéné proportionné en eau par l'hydrogène de l'oxide carboneux ; et cet oxide est régénéré en même-temps que les oxides des métaux sont constitués avec l'acide muriatique sec en muriates secs. Les nouveaux métaux enlèvent à l'acide carbonique la totalité de son eau, en donnant de leur hydrogène en échange et en régénérant cet acide en carbone.

Les oxides reprennent du double gaz l'acide muriatique sec et mettent le gaz acide carbonique en dégagement. Les oxidules, à l'aide de la chaleur, le décomposent, partie en acide carbonique et partie en oxide carboneux. L'oxide d'antimoine, avec le secours de la chaleur, reprend l'oxigène du gaz oxigéné et se forme, partie en muriate sec à oxide, et partie en oxide incombiné.

Les oxides secs de potassion et de sodion doivent pouvoir enlever au double gaz l'acide muriatique, avec lequel ils peuvent former des muriates secs ; mais l'ammoniaque, dont le muriate veut être hydraté, soit par de l'eau, soit par un sel, ne peut avec le nouveau gaz se combiner en muriate simple sous déplacement de l'acide carbonique, mais, en même-temps que ce muriate, il se forme du carbonate d'ammoniaque dont la destination est d'hydrater le muriate à défaut d'eau ; de sorte que, dans du gaz non-saturé par de l'ammoniaque, on trouve le double sel et du gaz indécompo-

sé, car le muriate sec d'ammoniaque paraît ne pouvoir se vice-hydrater par de l'acide carbonique.

L'eau, aidée de la chaleur, se substitue en hydratation au carbonate d'ammoniaque près du muriate sec de cet alcali, et les deux sels paraissent isolément. On peut dire, dans l'hypothèse de la nature simple du gaz muriatique oxigéné, que l'hydrogène de l'eau passe à ce gaz et son oxigène à l'oxide carboneux, et que de cette double combinaison résultent des acides qui forment des sels ordinaires et de la même nature que les formeraient les acides muriatique et carbonique simples.

L'action des métaux sur le double gaz ne peut dégager beaucoup de chaleur, parce que l'oxigène du gaz oxigéné est déjà déplacé dans son calorique par l'hydrogène du gaz carboneux, et que l'eau est elle-même doublement déplacée dans le même agent en raison du second acide qui la surcombine.

Si l'on considère l'un des acides comme vice-hydraté complétement par l'autre, on peut croire que l'eau vice-hydrate le composé, et alors son action comme acide sur la couleur bleue végétale devient naturelle.

Ce qui prouve que les deux élémens du gaz de M. J. Davy se trouvent à l'état d'acide, c'est la grande capacité de saturation que ce corps exerce sur l'ammoniaque, et qui surpasse même celle que, d'après l'estimation des poids, exerceraient sur l'alcali les deux acides incombinés, puisque l'acide muriatique y existe avec la diminution d'un quart de son poids en raison de sa privation d'eau.

Cette force de saturation est si considérable que le gaz condense jusqu'à quatre fois son volume de gaz ammoniacal, l'oxide de carbone étant connu pour n'avoir aucune affinité de combinaison avec cet alcali, et comment résulterait-il de cette saturation un sel qui est déjà neutre avant sa réaction sur l'eau et qui reste tel après que ce liquide l'a désuni en ses deux élémens salins ? De plus, si l'oxigène du gaz muriatique oxigéné n'était point passé à l'oxide de carbone, l'ammoniaque devrait en séparer cet oxide et se décomposer en azote, en hydrogénant le gaz oxigéné ; mais rien de cela n'arrive, et l'ammoniaque reste en combinaison avec le gaz oxigéné, protégé contre sa décomposition par la présence de l'oxide carboneux.

D'ailleurs l'ammoniaque ne pourrait se combiner dans un tel rapport avec l'oxide de carbone lors même qu'il existerait de l'affinité entre-elle et cet oxide, sans que l'oxidation de ce corps fût plus avancée par l'oxigène du gaz muriatique oxigéné ; et l'avancement d'oxidation de cet oxide forme comme on sait de l'acide carbonique. Il ne reste donc à penser, sinon que l'oxigène du gaz muriatique oxigéné complète l'oxidation de l'oxide du carbone en acide, et alors on doit admettre, ou que l'oxigène existe dans le gaz muriatique oxigéné, ou que l'ammoniaque se réduit en métal en transmettant son oxigène à l'oxide carboneux, tandis qu'elle-même se combine à l'état réduit avec le gaz muriatique oxigéné, et alors l'existence et la composition de l'ammoniacon deviennent évidemment prouvées.

Il y a toutefois une manière de considérer cet effet, laquelle sauve l'hypothèse de la nature simple du gaz

muriatique oxigéné, et en même-temps celle de la nature non métallique de l'ammoniaque, c'est d'admettre que les combustibles acidifiables consistent en acides secs hydrogénés. Alors le gaz muriatique oxigéné enlèverait à l'oxide de carbone l'hydrogène non-saturé en eau, l'ammoniaque se combinerait avec l'acide carbonique sec et en même-temps avec l'acide muriatique simple, et l'eau formée par l'oxidation du carbone en oxide carboneux se surcombinerait au double sel ammoniacal. On ne pourrait saus doute pas dire que le gaz muriatique oxigéné, qui par tant de propriétés se rapproche de l'oxigène, possède encore, sans être de l'oxigène, celle d'acidifier les combustibles acidifiables à la manière de ce corps.

Cependant, si par un autre sel sec, et tel que du borate d'ammoniaque, on parvenait à déplacer le carbonate de cet alcali d'avec le muriate ammoniacal, il faudrait snpposer que l'acide borique se décomposât pour transmettre son oxigène à l'oxide carboneux, et que le nouveau composé fût du bore réduit ou oxidé, uni, en premier lieu, à l'ammoniaque, et, en second lieu, au muriate oxigéné du même alcali.

Le carbonate sec de potassion doit être décomposé par le double gaz sous un dégagement de gaz acide carbonique en quantité double, tandis que le même sel, mais à base d'ammoniaque, doit, pour le dégagement de la même quantité de gaz carbonique, se trouver lui-même en quantité double, parce que la partie du sel qui déplace l'acide carbonique d'avec le gaz acide s'engage indécomposée, et que la partie seulement qu sature l'acide muriatique dépose son acide. Ce qui établit parfaitement la nature du nouveau sel.

Lorsqu'on

Lorsqu'on transporte sur l'eau le mélange de gaz muriatique oxigéné et d'oxide gazeux de carbone, qui a été quelque temps exposé au jour, l'eau se substitue à l'acide carbonique, et la condensation se fait promptement; mais, lorsque les deux gaz sont mêlés sur l'eau et dans l'obscurité, l'eau se substitue à l'oxigène du gaz muriatique oxigéné, et ce principe acidifie l'oxide de carbone, mais l'effet est alors beaucoup plus lent. C'est ce que Cruikshank avait déjà remarqué. C'est l'égale inamovibilité de l'hydrogène soussaturé du carbone et de l'oxigène du gaz muriatique oxigéné qui fait que sans de l'eau qui puisse se substituer a ce dernier principe et le transporter en toute possession à l'oxide de carbone, il n'y a, dans l'obscurité, aucune action entre ces deux gaz.

Le soufre et le phosphore peuvent encore moins agir sur le double gaz que sur l'eau, parce que l'oxigène y est davantage condensé, et parce que le carbone tient à ce principe par une affinité supérieure à celle de ces corps. Les acides complets ne peuvent décomposer le gaz qu'en vertu de leur eau amovible, et ceux incomplets ne peuvent avoir de l'action à moins de posséder de cette eau. On n'a point encore vérifié si le gaz borico-fluorique ou celui fluorique silicé n'agiraient pas sur le gaz de M. J. Davy, par un échange d'élémens. Le carbonate alcalinule d'ammoniaque se substitue à l'acide carbonique du gaz jusqu'à la saturation de l'acide sec muriatique, et dépose de son propre acide, et le muriate sec se vice-hydrate par le carbonate indécomposé, ce qui forme encore un double sel ammoniacal. Les carbonates alcalinules de potasse et de soude secs doivent, sous le déplacement de l'acide carbonique, résoudre le sel en muriates isolés.

L'alcohol saturé du double gaz le décomposerait par la chaleur en se formant en éther muriatique et en laissant échapper le gaz acide carbonique.

Le muriate sec d'arsénic et le composé de Thomson se vice-hydratent simplement par le gaz carbonico-muriatique. L'eau désunit cette combinaison en remettant aux deux corps leur hydratant naturel.

On doit considérer le nouveau gaz comme étant du gaz oxide de carbone complété dans son oxigénation acide par l'oxigène du gaz muriatique oxigéné. On pourrait, d'après cela, supposer que le carbone possède de l'hydrogène au-delà de son besoin de vice-hydratation, puisqu'il ne peut prendre de l'acide muriatique dans le rapport de son hydrogénation; mais l'acide carbonique est pourvu de toute son eau, partie composée par l'oxigène libre et partie par celui du gaz muriatique oxigéné; et l'excès de ce liquide ne serait que pour l'acide muriatique si cet acide pouvait en devenir le possesseur exclusif ensuite de l'engagement en une combinaison sèche de l'acide carbonique. L'acide muriatique sec adhère en quelque sorte à l'acide carbonique hydraté en saturation; et c'est le besoin du premier acide et non celui de l'acide carbonique de posséder un vice-hydratant qui détermine la combinaison. L'acide carbonique qui, en vertu du complet de son eau, sature si facilement dans ses sels un excès d'oxide, sature ici un excès d'acide étranger, et il le fait en cédant la moitié de son eau. Cette propriété qui est commune à l'acide nitrique, lequel la manifeste dans la formation de l'eau régale, a un rapport quelconque avec la faculté du carbone et de l'azote de s'orga-

niser. C'est parce que l'acide carbonique a dans le gaz double acide la dose précise de son eau, que dans les décompositions par enlèvement de l'acide muriatique pour une combinaison sèche l'eau formée d'oxigène étranger, de laquelle le composé est bien réellement surcombiné, ne devient pas libre. On peut également considérer les deux acides comme étant par moitié hydratés l'un par l'autre et par moitié par de l'eau. C'est parce que le carbone a la moitié trop d hydrogène pour la saturation en eau de l'oxigène du gaz muriatique oxigéné que ces deux corps refusent de s'unir ; et, en effet, leur union formerait de l'oxide gazeux de carbone engagé avec de l'acide muriatique ayant la moitié de son eau d'hydratation, mais adhérent à cette eau fortement souscombinée de calorique en vertu de sa forte surcombinaison par de l'hydrogène. La détermination exacte du rapport, dans lequel le nouveau gaz sature les oxides, fera connaître s'il est composé de parties égales des deux acides en capacité de saturation. Ce gaz doit porter le nom d'acide *carbonico-muriatique*, ou si l'acide muriatique est en sousproportion, celui d'acide *muriatico-carbonique*.

La lumière seule est non une chaleur rouge claire compose le gaz. C'est que la force de substitution de la chaleur à l'hydrogène de l'oxide carboneux, près de l'oxigène du gaz muriatique oxigéné, contrebalance la force d'élastification de la lumière sur le calorique; et il ne serait, d'après cela, pas étonnant qu'à une chaleur rouge intense le gaz fût décomposé. » —

4. On ne connaît jusqu'ici point de composé de chlorine et de carbone. Ces deux corps n'ont encore agi l'un sur

l'autre, quelles qu'aient été les circonstances dans lesquelles on ait pu les placer.

5. Il y a deux composés de carbone et d'hydrogène, qui sont des corps parfaitement distincts et bien caractérisés.

L'un de ces composés, auquel on a donné le nom d'*hydrogène carboné*, se dégage dans quelques opérations de la nature, et particulièrement pendant la décomposition des substances végétales; c'est le gaz qui s'élève des eaux stagnantes. On peut l'obtenir par la distillation du charbon combustible avec flamme et par la décomposition, à une chaleur rouge, du sel nommé acetite de potasse; on doit le laver à l'eau de chaux afin d'en séparer le gaz acide carbonique.

Ce gaz brûle avec une flamme jaunâtre vive. Il n'a point de goût, mais il a une odeur empyreumatique désagréable. L'eau en absorbe environ 1 trentième de son volume. Sa pesanteur spécifique, dans son état le plus pur, n'est pas tout-à-fait comme 8 à 1. Cent pouces cubes de ce gaz pèsent environ 17 grains.

Lorsqu'on mêle un en volume de ce gaz avec deux en volume de gaz oxigène, et qu'à travers le mélange tenu sur du mercure on tire une étincelle électrique, le gaz brûle, et il se forme de l'eau et environ un en volume de gaz acide carbonique. D'après cela, un en volume d'hydrogène carboné doit contenir deux en volume de gaz hydrogène et autant de carbone qu'il est requis pour former un volume d'acide carbonique. Ceci résulte également des phénomènes de son élec-

trisation. Lorsque, à l'aide de l'électricité, on fait rougir dans ce gaz des pointes de platine, ou qu'on tire à travers des étincelles électriques, il se dépose du carbone, et il se produit le double de son volume de gaz hydrogène. Lorsque sur du mercure on le mêle avec deux fois son volume de chlorine, et qu'on tire à travers le mélange une étincelle électrique, il s'enflamme, du carbone se dépose, une expansion considérable a lieu, et il se produit environ quatre volumes de gaz acide muriatique.

Il est évident, d'après ces divers résultats, qu'on doit considérer l'hydrogène carboné comme consistant en une proportion de carbone 11. 4, et en quatre d'hydrogène 4; et le nombre qui le représente doit être 15. 4.

6. Lorsqu'un mélange de quatre parties d'huile de vitriol et d'une partie de forte sprit-de-vin ou alcohol est échauffé dans uue cornue, il se produit un gaz, lequel étant lavé par de l'eau se montre comme un composé particulier d'hydrogène et de carbone; on l'a nommé *gaz oléifiant* et aussi *gaz hydrogène surcarboné*. Lorsqu'on l'allume il brûle avec une belle flamme blanche d'une vivacité éblouissante. Suivant Dalton, l'eau absorbe 1 huitième de son volume de ce gaz. Sa pesanteur spécifique est à celle de l'hydrogène à-peu-près comme 13 à 1. Cent pouces cubes de ce gaz pèsent de 29 à 30 grains.

En le mêlant avec un égal volume de chlorine, les deux gaz se condensent, et il se forme un liquide qu'on a supposé être une huile, mais qui est un corps particulier, insoluble dans l'eau et com-

posé d'hydrogène, de carbone et de chlorine. On peut facilement démontrer la nature du gaz oléifiant, comme aussi les proportions de ses élémens. Lorsque du soufre pur est mis à sublimer dans le gaz, sous une cloche tenue sur du mercure, il s'opère une expansion considérable; du gaz hydrogène sulfuré se forme et du carbone est déposé. Un volume du gaz forme environ deux volumes d'hydrogène sulfuré. On ne doit pas mettre beaucoup plus de soufre que l'hydrogène n'en peut prendre; car, dans le cas contraire, la longue application de la chaleur fait que le gaz est plus que doublé. Deux grains de soufre et un pouce cube de gaz sont les proportions convenables.

Le gaz peut être décomposé par les étincelles électriques. Un volume se dilate à environ deux volumes; il se dépose du carbone et le gaz dilaté se montre comme de l'hydrogène.

Lorsqu'il est mêlé avec trois fois son volume de gaz oxigène, et qu'on tire à travers une étincelle électrique, il détone avec grande violence, et il se forme de l'eau et environ deux volumes de gaz acide carbonique.

Quand on l'enflamme avec l'égal de son volume d'oxigène, il se dilate considérablement, et les deux gaz forment ensemble plus de trois volumes et demi. Dans ce cas il se produit seulement le huitème ou le dixième d'un volume de gaz acide carbonique, mais plus d'un volume et demi est du gaz oxide carbonique. Il se consume un peu d'hydrogène, mais la plus grande partie reste intacte, mêlée à l'oxide carbonique d'avec lequel on peut le séparer en le faisant brûler par de la chlorine.

Si une expérience de cette nature pouvait être faite sans que du gaz acide carbonique fût produit, et sans qu'un peu d'hydrogène fût consumé, le volume des gaz serait exactement doublé, et le produit consisterait en parties égales d'oxide carbonique et d'hydrogène.

Il est évident, d'après toutes ces expériences, que l'on peut considérer le gaz oléifiant comme composé de deux proportions de carbone 22. 8 et de quatre d'hydrogène 4, et le nombre qui le représente est 26. 8 ; et, en supposant que dans le gaz oléifiant il existe un double volume de carbone gazifié, on trouvera que sa pesanteur spécifique est la même que celle qui résulte des données fournies par l'oxide carbonique.

7. La plupart des gaz qui par la combustion donnent naissance à de l'acide carbonique ont été décrits par le docteur Priestley, qui les confondait sous le nom général d'air inflammable pesant. Bondt, Deiman et les autres membres de la société des chimistes hollandais firent connaître les premiers, en 1794, le gaz oléifiant. MM. Berthollet et Murray supposent qu'il peut exister des gaz composés d'oxigène, d'hydrogène et de carboue, en des proportions très-variées; mais les expériences de M. Dalton, du docteur Henry et du docteur Thomson sont entièrement opposées à ces vues; et les recherches que j'ai entreprises conjointement avec mon frère, M. J. Davy, m'ont convaincu de la justesse de l'opinion de M. Henry, qui pense que ce qu'on a appelé *gaz hydrogènes oxicarbonés* sont simplement des mélanges divers de gaz oléifiant, de gaz hydrogène carboné, d'oxide carbonique et de gaz hydrogène. Nous séparâmes le gaz oléifiant par de la chlorine, à

la température de l'air, et nous nous servîmes de la même substance pour séparer l'hydrogène à l'aide de l'inflammation ou par l'action de la lumière solaire, et nous décomposâmes l'hydrogène carboné par le moyen du soufre : ce mode de procéder ne laisse aucun équivoque sur la réalité de nos résultats.

8. On ne connaît aucune action entre le carbone et l'azote.

9. J'ai déjà parlé de l'alcohol de soufre. MM. Clément et Désormes supposent que cette substance est un composé de carbone et de soufre. On ne peut douter, d'après ce qui a été dit, que cette idée à l'égard de la nature de ce composé ne soit incorrecte ; cependant j'ai trouvé qu'il contient quelquefois une petite quantité de carbone ; et il est possible qu'il existe un composé triple de carbone, de soufre et d'hydrogène. Le soufre est très-soluble dans les huiles et autres substances qui sont principalement composées d'hydrogène et de carbone. Le charbon dont on s'est servi pour produire l'alcohol de soufre donne toujours, en brulant, du gaz sulfureux, nonobstant qu'on l'ait préalablement exposé à une forte chaleur rouge et à une solution concentrée d'alcali qui en extrait du soufre ; mais la quantité en est très-petite, et l'on peut mettre en question si le soufre n'est pas plutôt combiné avec la matière terreuse ou alcaline que le charbon contient ; et jusqu'ici on ne peut admettre dans le système de la science un composé déterminé de soufre et de carbone.

10. On a supposé que le phosphore peut s'unir au carbone ; mais dans les circonstances où de certains phosphores fournissent du carbone, il est le plus probable

qu'il se sera trouvé mêlé avec ce corps, ou qu'il aura existé en combinaison triple avec de l'oxigène et de l'hydrogène; et jusqu'ici on n'a décrit aucun cas d'action distincte ou de combinaison déterminée entre les deux corps.

— Il résulte d'un nouveau travail de M. Cluzel sur l'alcohol de Lampadius et de quelques expériences de Vauquelin, comme commissaire de l'institut pour l'examen de ce travail, que ce composé consiste en soufre et en carbone dans le rapport de 85 à 86 du premier sur 14 à 15 du second.

M. Cluzel a confirmé la remarque de Lampadius que du charbon mal brûlé ne forme point d'alcohol.

La combustion de l'alcohol dans le gaz oxigène fournit de l'acide sulfureux et de l'acide carbonique au-delà de ce que les mêmes quantités de soufre et de carbone formeraient par le même moyen; et ces deux acides ne représentent point en force de saturation les poids réunis de l'alcohol et de l'oxigène dont ils sont composés, ce qui fait penser à l'auteur que quelque corps étranger, hydrogène ou autre, aura été en même temps brûlé.

Il suppose que dans la formation de l'alcohol l'un ou l'autre de ses principes constituans est désoxigéné, et il est porté à croire que c'est le soufre, lequel manifeste déjà en plusieurs circonstances les caractères d'un acide.

M. Cluzel a aussi obtenu le soufre brun-rougeâtre que M. A. Berthollet avait déjà examiné, et il l'a trouvé composé de soufre avec de l'hydrogène et de l'oxigène dans

les proportions de l'eau, et d'une très-petite quantité de carbone. Il est d'avis que la formation de l'alcohol est dépendante de ce produit.

L'auteur a combiné l'alcohol avec le cuivre, lui seulement en partie, mais M. Vauquelin en totalité; et il est résulté de cette combinaison du sulfure de cuivre.

M. Cluzel a de plus confirmé l'observation déjà faite par ses prédécesseurs, que dès l'instant que l'alcohol est produit il ne se dégage plus aucun gaz.

Le composé si singulier par ses propriétés physiques de limpidité et d'extrême volatilité, que forme le soufre avec un peu de carbone, est encore peu connu dans sa nature intime malgré les travaux de Lampadius, de A. Berthollet, de Cluzel, et autres chimistes. On a dit, et on semble encore le croire, que ce composé existe par une surcombinaison d'hydrogène, et cependant aucune partie ne s'en oxide par l'oxigène sec en acide sulfurique, et l'eau avec le concours d'une certaine chaleur le recompose en soufre sans que de l'hydrogène, soit pur, soit sulfuré, soit déplacé; et il se dégage le plus souvent, pendant sa confection, de l'hydrogène sulfuré et de l'hydrogène carboné. Comment concilier ces faits et sur-tout le dernier avec l'idée de la surhydrogénation du soufre dans l'alcohol de ce corps?

Les expériences sur cet alcohol et sur les combustibles acidifiables en général égareront dans leurs indications aussi long-temps qu'on ne considerera pas ces corps conformément à leur véritable nature, qui est celle d'acides secs hydrogénés; car jusqu'alors on ne pourra rien concevoir à un déplacement d'hydrogène d'avec ces corps, ni à une réduction d'acide préexistant, ni à une constitution par de l'hydrogène pour une hydratation partagée entre deux acides secs, d'où résultent des sels à base de second acide, ni à l'hydrogénation dissoute de ces corps, ni enfin au déplacement nécessaire de l'hydrogène de ces corps par du calorique, pour qu'ils puissent être acidifiés par de l'eau ou engagés avec des corps contenant de l'oxigène davantage condensé que dans ce liquide, ni à leur formation

en sels par l'eau de leur hydrogène qui leur tient lieu d'acide, ni enfin au déplacement du calorique d'avec ces corps, lorsque de l'hydrogène ou un métal s'y unit en plusoxidation et sans le faire en solution.

L'alcohol de Lampadius est bien certainement davantage hydrogéné que ses composans, puisque l'alcohol de vin peut s'en plusoxider en place d'eau, comme il le fait des résines, des huiles volatiles, du camphre et de semblables corps, et que lui-même il vice-hydrate ces corps, effets qui dépendent d'une plus forte hydrogénation ou d'une soustraction d'eau, comme le prouvent le succin, le copal et les huiles fixes qui par le rotissage sont rendus solubles dans l'alcohol de vin. La volatilité de l'alcohol de soufre fait en outre supposer qu'il est moins oxidé que ses composans, quoique ce caractère ne soit pas général, puisque l'oxigène fait du carbone un corps gazeux; et M. Cluzel a de plus prouvé, par des expériences exactes, que la combustion de l'alcohol de soufre exige plus d'oxigène que le font les mêmes quantités de soufre et de carbone purs et isolés, et que cependant les produits en acides sulfureux et carbonique sont moindres que si la même quantité d'oxigène avait brûlé ces corps hors d'engagement; d'où résulte incontestablement, et que le carbone, en se combinant avec le soufre, a déposé l'eau d'acidification de son acide sec, et que, près de l'acide du soufre, il s'est substitué à une portion d'hydrogène qui sans doute était excédante à sa plusoxidabilité complette par des corps réduits : cette observation de M. Cluzel, que l'alcohol de soufre donne par la combustion plus d'acide qu'il ne devrait en donner, est très-importante pour la connaissance de ce corps.

L'alcohol de soufre s'engage en solution avec l'air atmosphérique; ce qui est la cause de l'énorme refroidissement que sa vaporisation excite et qui est capable, d'après M. Lampadius, de faire congéler le mercure en peu de minutes. Il est probable que dans le vide sa vaporisation serait moins rapide et exciterait moins de froid.

On aurait dû traiter l'alcohol de soufre par le gaz hydrogène à l'effet de s'assurer dans quel rapport il s'unit avec ce gaz pour former des gaz hydrogènes sulfurés d'une constitution connue; on aurait dû sur-tout le traiter, sous exclusion de toute eau, avec une grande

sous-proportion de gaz muriatique oxigéné qui, dans la supposition que l'alcohol eût été du soufre hydrogéné, se serait formé en gaz acide simple; et la nature comme la quantité des gaz dégagés pendant la préparation du liquide alcoholique n'a jusqu'ici été que superficiellement déterminée.

Il y a une circonstance dans cette préparation qui semble favorable à l'idée de l'hydrogénation, c'est que le dégagement de tout gaz cesse dès l'instant que l'alcohol se forme et passe dans le récipient; mais l'indication qui en résulte est contredite par cette autre circonstance que le charbon le mieux calciné, et sur-tout celui qui a déjà servi à la confection du composé fournit celui-ci dans le plus grand rapport.

Une expérience capitale sur l'alcohol de Lampadius est celle de Berthollet, fils, qui a converti une quantité entière de ce corps en soufre, en le distillant avec de l'eau, sans que de l'hydrogène pur ou composé ait été déplacé par ce liquide; et l'on sait que, dans la combustion de la vapeur d'alcohol par le gaz oxigène, si l'on ne met pas un excès de ce gaz, on obtient toujours du soufre régénéré.

Si dans l'alcohol de soufre l'un des acides secs est réduit, alors l'autre acide doit être dissout par l'hydrogène, et le composé doit rougir la couleur bleue végétale comme le fait le soufre phosphoré.

Le gaz hydrogène sulfuré qui se dégage pendant la combinaison du soufre, soit avec le carbone, soit avec le phosphore, les huiles, l'alcohol, etc., prouve que ce combustible, en perdant de l'eau de son acidification seche, se trouve aussi avec un excès d'hydrogène auquel toutefois le combustible qui déplace l'eau se substitue en même temps; ce sont des sels à doubles acides plusoxidés par de l'hydrogène, lesquels sont déplacés dans l'un de ces corps en prenant par solution de l'hydrogène adhérant à la base primitive de l'acide décomposé: ces composés sont semblables aux sulfures des métaux réduits.

— « La combustion de l'alcohol de soufre, par le contact de l'air, le convertit seulement, suivant l'observation de l'auteur de cette découverte, en soufre,

et son inflammation, tandis qu'il est mêlé avec du gaz oxigène, au-dessus d'une solution alcaline, seulement en acide sulfureux et sans qu'il se forme un atome d'acide sulfurique; la première circonstance a du rapport avec le mode de brûler de l'hydrogène sulfuré; mais il est prouvé par les expériences récentes de MM. Cluzel et Vauquelin que le composé ne contient point d'hydrogène en surcombinaison. La prompte action de l'alcali sur l'acide sulfureux a dû empêcher que, malgré la présence de l'eau, cet acide ait pu s'acidifier, du-moins en partie, au complet. Déjà M. Lampadius avait fait l'observation, laquelle M. Cluzel a ensuite confirmée que l'alcohol de soufre consumait, pour son acidification en *eux*, une quantité très-grande de gaz oxigène, laquelle ne s'élevait pas moins qu'à 400 pouces cubes par 60 grains d'alcohol. Il s'agirait de s'assurer si la combinaison de l'alcohol avec le gaz oxigène, laquelle forme de l'acide sulfureux, ne change pas le volume du gaz, comme c'est le cas pour le soufre ordinaire; et il est également probable que le produit de la combustion de l'alcohol dans le gaz oxigène sec ne sera pas exactement du gaz acide sulfureux, le composé, à moins qu'il n'ait été dépouillé d'oxigène par le carbone comme déjà le croyait aussi Lampadius, ayant à cet effet un défaut d'hydrogène qui lui est enlevé sous la forme d'eau; et cet état d'enlèvement dans son eau est confirmé par la conversion du composé en soufre, à l'aide de ce liquide échauffé, sans que de l'hydrogène pur ou sulfuré soit mis en dégagement. La manière de se comporter de l'acide sulfureux ainsi obtenu, avec le gaz hydrogène sulfuré, paraît établir une différence entre cet acide et celui ordinaire, car le mélange de ces deux gaz ne se décompose pas en soufre sans une addition d'eau,

ce qui dénote dans le gaz sulfureux que fournit la combustion sèche de l'alcohol un défaut de ce liquide pour se régénérer en soufre.

Dans la combustion sèche de l'alcohol, par le gaz oxigène, l'acide carbonique ne vice-hydrate-t-il pas l'acide sulfureux, comme le carbone fixe le soufre dans sa nouvelle nature? L'alcâli surcombiné du borate alcalinule de soude se substitue à ce vice-hydratant, et fournit d'ailleurs à l'acide sulfureux l'eau qui doit le composer en acide de soufre ordinaire; et l'oxide thermoxidé de manganèse complète l'oxigénation de l'acide sulfureux et le fixe à l'état d'acide sulfurique. Cet oxide, qui est vice-hydraté par de l'oxigène et en même-temps par de l'eau, peut d'ailleurs lui fournir ce liquide s'il en avait besoin pour compléter sa composition. C'est sans doute cet intime engagement de l'acide carbonique avec le gaz acide sulfureux qui a empêché d'aussi grands praticiens que Berthollet, fils, Vauquelin et Lampadius, de reconnaître la présence du carbone dans l'alcohol de soufre. L'oxigénation complète qui serait obtenue par les muriates suroxigénés secs, par le gaz muriatique suroxigéné, et peut-être par le refoulement avec du gaz oxigène, pourrait convertir le produit de la combustion de l'alcohol de soufre en acide carbonico-sulfurique, ou en ce dernier acide vice-hydraté par de l'eau et en même-temps par de l'acide carbonique; et l'ammoniaque saturerait sans doute le gaz carbonico-sulfurique en double sel.

L'alcohol de soufre n'attaque pas à froid le gaz oxigène, ce qui démontre une abscence d'affinité d'hydratation et semblerait dénoter qu'il est entièrement réduit.

Il faudra éviter de réagir par des corps humides ou ayant de l'oxigène et de l'hydrogène amovibles sur les combinaisons de l'alcohol avec d'autres corps, et surtout sur celles avec l'oxigène, avec le gaz muriatique oxigéné et avec les métaux, lesquels corps ne réagissent toutefois sur l'alcohol, en vertu de leur eau ou de leurs principes de ce liquide, qu'à l'aide de la chaleur.

L'argent et le mercure sont, suivant M. Lampadius, sulfurés en brun et non en noir par l'alcohol de soufre. La lessive caustique dissout l'alcohol, et cette solution donne avec les acides beaucoup de gaz hydrogène sulfuré ; mais c'est par de l'oxide de potassion sec et par du gaz ammoniacal qu'il faudrait réagir sur ce corps, les oxides sous-hydratés devant donner des carbono-sulfures ordinaires.

Il est à remarquer que l'alcohol de soufre se combine avec le camphre, les résines, les huiles fixes et volatiles, le phosphore, le soufre, l'éther et l'alcohol, sans que du gaz hydrogène sulfuré se dégage, comme c'est le cas pendant l'union entre le soufre ordinaire et la plupart des mêmes corps. La combinaison de l'alcohol de soufre avec le cuivre et le fer ne donne également pas lieu à un dégagement de gaz hydrogène sulfuré.

Une circonstance qui est encore contraire à l'idée que l'alcohol de soufre serait de ce combustible hydrogéné, c'est que, suivant l'observation de M. Lampadius, du charbon combustible avec flamme, lequel possède encore de l'hydrogène de son organisation, ne fournit point le produit.

Si l'alcohol de soufre consumait seulement, pour sa combustion, plus d'oxigène que ne le font séparement les deux combustibles dont il est composé, on pourrait croire que le soufre ou le carbone y sont simplement sousoxidés ou réduits, mais il se produit plus de gaz acide sulfureux et plus de gaz acide carbonique que des mêmes combustibles seuls, et cela dans un rapport correspondant avec l'excès de l'oxigène consumé; ce qui dénote à-la-fois, et plus de base susceptible d'être acidifiée, et un défaut d'oxigène et d'hydrogène ou une soustraction d'eau, et peut-être de la base acidifiable réduite. Une portion du soufre paraît, suivant M. Cluzel, reprendre cette eau; et il s'en organise, puisqu'il gagne une couleur brune rougeâtre, qu'il devient flexible et que l'échauffement peut en séparer l'eau comme le même moyen la sépare des autres corps organisés.

Il est admirable que dans l'alcohol de soufre ce combustible et le carbone se combinent dans des proportions telles que de leur oxigénation par le gaz muriatique oxigéné, sans que de l'acide muriatique sec soit surcombiné, il résulterait de l'acide sulfureux et de l acide carbonique; c'est-à-dire, un proportionnément qui produise du composé de Thomson et du gaz double de M. J. Davy, ce dernier corps vice hydraté par le premier, à la place de l'eau qui l'hydrate lorsqu'il est composé par le gaz oxide carboneux. Cela prouve que le carbone dépose la moitié de son hydrogène, soit sous la forme de ce principe, soit sous celle d'eau, et que dans le cas où le soufre éprouverait la déposition, le carbone lui remettrait l'élément déposé si le composé s'engageait avec le gaz muriatique oxigéné.

Cette

Cette combinaison est d'une importance si majeure qu'on ne peut concevoir comment elle n'a pas encore été tentée, tant sur l'alcohol pur que sur ce corps tenant en solution du phosphore, du soufre ou d'autres corps; elle aurait immédiatement prouvé par le défaut de former de l'acide muriatique isolable que l'alcohol n'était point du soufre hydrogéné, et elle aurait pu, avec la portion réduite du soufre, créer un sel analogue aux muriates secs dits beurres.

Le bore pourra sans doute être pris en combinaison par le soufre de la même manière que l'est le carbone.

On admirera encore comment une déposition d'eau peut rendre aussi volatil le corps le plus fixe connu et ajouter à la volatilité d'un autre qui ne l'est que modérément.

On peut ajouter à toutes les preuves de l'ètat de sousoxidation du soufre dans l'alcohol de Lampadius que sa combinaison avec les métaux ne produit pas d'inflammation spontanée, comme le fait le soufre ordinaire qui, dans ses engagemens de sulfures, se surcombine par les métaux d'un supplément d'hydrogène pour l'hydratation de son sel à base d'eau.

Il est des circonstances dans la préparation de l'alcohol de soufre, dépendantes de la conduite du feu et de la quantité de soufre qui passe sur le charbon, dans lesquelles il ne se produit presque, ni alcohol, ni soufre pourpre-brunâtre, mais où en revanche il se forme beaucoup d'acide sulfureux et d'hydrogène sulfuré. Le

soufre se partage alors en ces deux corps, dont l'un reprend de l'eau et cède de l'hydrogène qui est surcombiné par l'eau, et il se forme de l'acide sulfureux sans addition d'oxigène étranger, et du gaz hydrogène sulfuré avec l'hydrogène propre du soufre. C'est la grande chaleur qui produit l'effet, et c'est la constitution à sec de l'acide sulfureux qui le maintient. Cet acide, qui n'a point à déposer de l'eau en échange de l'hydrogène du gaz hydrogène sulfuré, ne peut, par ce gaz, être décomposé. » —

11. Le carbone se trouve, dans la nature, sous un grand nombre de formes. Une des plus intéressantes est celle de *diamant*. Les propriétés de cette pierre sont bien connues. C'est le plus dur des gemmes. Il est ordinairement cristallisé, souvent sous la forme d'un prisme à six faces, terminé par une pyramide également à six faces. Sa pesanteur spécifique est d'environ 3. 5. Il ne conduit point l'électricité. C'est de tous les corps celui qui a le plus grand pouvoir de réfraction. Lorsque le diamant est fortement échauffé dans l'air, il se consume; et si, dans un état d'incandescence continue procurée à l'aide d'un verre ardent ou par un autre moyen, il est exposé à une atmosphère de gaz oxigène, il agit sur ce gaz à-peu-près de la même manière que le charbon; le volume du gaz oxigène n'est pas sensiblement changé et il se trouve converti en gaz acide carbonique. Lavoisier reconnut le premier que dans ce cas il se forme de l'acide carbonique; et MM. Tennant, Allen et Pepys ont démontré, par des expériences délicates, que le diamant produit à-peu-près la même quantité de cet acide qu'un égal poids de charbon; d'où l'on a conclu que ce corps

est du carbone pur, différent seulement du charbon, par la disposition de ses parties. Cependant, si l'on considère que le charbon est un conducteur et le diamant un non-conducteur de l'électricité, et que ses propriétés physiques sont entièrement différentes, il est impossible de ne pas douter de la légitimité de cette conclusion. J'ai trouvé que de la poudre de diamant que l'on échauffe fortement avec du potassion le noircit, et que le métal éprouve un effet comme si une petite portion d'oxigène lui avait été adjointe. Ce qui semble conduire au soupçon qu'un peu d'oxigène serait contenu dans le diamant; mais de nouvelles expériences doivent prouver ce fait, et si l'oxigène y existe, la quantité ne peut en être que très-petite; ce qui n'est pas d'accord avec la doctrine des proportions déterminées. S'il se confirme définitivement que le diamant n'est que du carbone pur, ce sera un argument favorable à l'idée que des formes élémentaires différentes sont produites par la matière suivant l'agrégation ou l'arrangement de ses particules; car il n'est guères possible d'imaginer des corps moins analogues que le noir de lampe et la plus parfaite comme la plus belle des pierres précieuses.

12. La plombagine ou noir de plomb, et l'anthracite ou charbon de terre, sont l'une et l'autre des formes assez pures de l'élément carboneux. Dans la plombagine, le carbone se trouve uni, soit chimiquement, soit mécaniquement, à environ 1 vingt-cinquième de fer; dans l'anthracite il est uni à des petites quantités de matière terreuse. Dans l'anthracite de Kilkenny, en Irlande, la texture du carbone est souvent fibreuse, et cette substance a tous les caractères du charbon bien brûlé; dans l'espèce de houille qui brûle avec flamme, l'élément carboneux est uni à du bitume.

Le carbone peut avoir plus d'oxigène que le diamant sans fournir pour cela plus d'acide carbonique, parce que l'acide préexiste dans ces corps indépendamment de toute oxigéuation ; et si le diamant a plus en hydrogène ce que le carbone a plus en oxigène, alors les mêmes poids de ces deux corps fourniront les mêmes quantités d'acide carbonique, et la différence de leur nature ne pourra être trouvée q.. dans l'exacte détermination, laquelle n'a pas encore été faite, de l'oxigène employé à leur combustion. Le diamant se rapproche par sa diaphanéité de l'alcohol de soufre ainsi que par sa grande force de réfraction, laquelle, comme le corps le plus hydrogéné connu, tout doit lui appartenir dans le plus haut degré.

M. Guyton de Morveau avait fait remarquer que si le diamant était plus oxidé que le carbone, sa combustion devrait se faire à une moindre chaleur. Il vient, par un nouveau travail, de mettre dans tout son jour que ce corps n'est pas du carbone hydrogéné.

13. Peu de substances sont plus importantes dans la vie sociale que les différentes formes du carbone. Dans ses divers usages, il est essentiel au soutien et au bien-être de la société, et son emploi s'étend à presque tous les arts et à presque toutes les manufactures.

Les gaz inflammables, produits par la distillation du charbon de terre, ont déjà été employés avec succès dans les manufactures comme matière d'éclairage, et cette application est en même-temps salutaire et économique.

Dans la nature, l'élément carboneux est sans cesse agissant par une série d'opérations importantes. Il est dégagé dans la fermentation et dans la combustion, sous la forme d'acide carbonique. Il est séparé d'avec l'oxigène dans les organes des plantes ; c'est un élément principal dans la structure des animaux, et on le trouve, sous différentes formes, dans presque tous les produits des êtres organisés.

VII. *Du Boron (bore)* (*) *ou base boracique.*

1. On trouve naturellement dans le voisinage des volcans une substance blanche cristallisée, qu'on a nommée *acide boracique*. On peut se la procurer artificiellement en faisant échauffer du borax avec de l'huile de vitriol dilué dans huit fois son poids d'eau. On recueille sur un filtre de papier ou de draps l'acide boracique, qui est peu soluble dans l'eau. Lorsque cette substance légérement humectée est mise entre deux surfaces de platine rendues électriques par une batterie qui ne soit pas moindre que de 100 doubles plaques, il se sépare sur la surface négative une substance de couleur foncée, laquelle est le *bore* ou la base de l'acide boracique. On ne peut, par cette voie, l'obtenir qu'en très-petite quantité, et pour l'usage des expériences on doit faire rougir fortement, dans un tube de fer ou de cuivre, de l'acide boracique, qui a été long-temps exposé à une chaleur rouge et qu'on a réduit en poudre avec l'égal de son poids de potassion. On verse sur le produit de l'acide muriatique affaibli, et on le lave avec cet acide jusqu'à ce qu'il ne reste plus qu'une poudre foncée, laquelle étant desséchée à une chaleur rouge est la substance dont il s'agit.

(*) Dans mon premier Mémoire sur cette substance, je la nommais boracion, parce que je supposais que dans son état pur elle aurait été trouvée de nature métallique; des expériences postérieures n'ont pas justifié cette conjecture; le bore est plus analogue au carbone qu'à aucune autre substance, et j'essaie de proposer le nom boron comme moins récusable, la terminaison en *um* étant depuis long-temps employée comme caractéristique d'un métal. MM. Gay-Lussac et Thénard ont proposé de le nommer *bore*, mot qui ne peut pas être adapté à notre langue, quoique court et approprié à la nomenclature française.

2. J'ai produit le premier le bore, en octobre 1807, en décomposant l'acide boracique par le moyen de l'électricité, et, en mars 1808, par le potassion, mais je ne l'obtins pas en quantité suffisante pour en examiner les propriétés et pour m'assurer de sa nature. En juin 1808, MM. Gay-Lussac et Thénard firent l'expérience de faire échauffer l'acide boracique avec le potassion, mais ce ne fut qu'au milieu de novembre qu'ils décrivirent les propriétés du bore ; et, au commencement du même mois, je m'étais procuré une assez grande quantité de ce corps pour pouvoir en rechercher les rapports chimiques. MM. Gay-Lussac et Thénard recomposèrent, je pense, avant moi, l'acide boracique ; et nos expériences furent indépendantes les unes des autres. Cependant, dans mon premier mémoire sur le potassion et le sodion, lu devant la Société royale, en novembre 1807, à une époque où les chimistes français n'avaient encore aucune idée de l'existence des métaux alcalins, je fis entrevoir la probabilité qu'à l'aide de ces corps on parviendrait à décomposer les acides jusqu'alors réputés simples.

3. Le bore est un corps opaque, de couleur olive foncé, et en poudre. Il est infusible, et il n'a pu être volatilisé par une chaleur quelconque que jusqu'ici on lui a appliquée. Lorsqu'on l'échauffe fortement en contact avec l'air, il brûle et forme de l'acide boracique sec. Dans le gaz oxigène, il lance de vives étincelles enflammées, se couvre d'une croute d'acide boracique ; et la partie non convertie en acide se trouve avoir pris une couleur plus foncée. Lorsqu'on l'échauffe doucement dans la chlorine, il répand une fumée blanche, mais il n'exerce point sur ce gaz une

action énergique ; il ne conduit point l'électricité et n'est point soluble dans l'eau.

4. Les phénomènes de la combustion du bore font voir qu'il peut se combiner avec l'oxigène. *L'acide boracique* est le seul produit bien connu de cette combinaison. La manière dont on l'obtient démontre que l'acide boracique est composé de bore uni à de l'oxigène, car, dans le procédé de sa préparation, de l'oxigène se joint au potassion. Il est très-difficile de s'assurer des proportions de bore et d'oxigène dans cet acide, parce que, pendant sa combustion, la partie qui est convertie en acide empêche l'autre partie de brûler, et la poudre noire, qui est probablement un oxide de bore, ne brûle qu'avec la plus grande difficulté. En comparant la quantité de potassion qui est requise pour décomposer une quantité donnée d'acide boracique, avec la quantité d'oxigène qui est absorbée pour reproduire le même corps acide, je suis porté à croire que ce corps ne peut pas contenir beaucoup moins que les deux tiers de son poids d'oxigène. J'ai fait un grand nombre d'expériences sur cet objet, mais je n'ai jamais obtenu des résultats parfaitement satisfaisans. MM. Gay-Lussac et Thénard pensent que l'acide boracique contient seulement un tiers de son poids d'oxigène ; mais leurs conclusions ont été tirées de l'action du bore sur une solution d'acide nitrique, et dont les produits furent obtenus par l'évaporation ; mais l'acide boracique forme, tant avec l'eau qu'avec l'acide nitrique, des combinaisons qui sont volatiles ; car j'ai trouvé que du nitre sec et de l'acide boracique distillés ensemble donnent un liquide qui contient une quantité considérable d'acide boracique. D'après la quantité d'ammoniaque que l'acide

boracique prend pour sa neutralisation, il paraît que le nombre qui le représente est environ de 160; et, pour détruire les propriétés alcalines de 90 parties de potasse, il faut deux fois 160 d'acide boracique, de manière que ses pouvoirs acides soient extrêmement faibles.

L'acide boracique, sous sa forme ordinaire, est combiné avec de l'eau: il se présente alors comme un assemblage d'écailles blanches minces hexagonales. Son goût est très-faiblement acide; il rougit les couleurs bleues végétales. A une chaleur d'incandescence blanche long-temps continuée l'eau s'en laisse expulser, et une partie de l'acide se sublime; l'acide restant se trouve fondu en un verre transparent fixe, lequel attire promptement l'humidité de l'air. D'après mes expériences, il paraît que le composé d'acide boracique et d'eau contient 57 parties de ce liquide sur 43 d'acide. La pesanteur spécifique de l'hydrate d'acide boracique, comme on peut l'appeler, est de 1. 479; celle de l'acide sec de 1. 803.

L'acide boracique est très peu soluble dans l'eau, et lors même que ce liquide est bouillant, il n'en dissout pas 1 cinquantième de son poids. L'acide se dissout dans l'alcohol, et lui donne la propriété de brûler avec une flamme verte.

5. Il reste beaucoup de connaissances à acquérir touchant la nature et les propriétés du bore et de ses combinaisons: sans doute qu'il se combinera avec la chlorine. Il ne paraît pas exercer de l'action sur aucun des corps inflammables, excepté le soufre, auquel, à l'aide d'une longue chaleur, il s'unit en petite quantité, en lui communiquant une teinte verte.

Le bore n'a point encore été obtenu en quantité assez grande pour pouvoir prononcer sur la possibilité de son application dans les arts.

Le bore, acide sec hydrogéné comme le sont tous les combustibles acidifiables, a les plus grands rapports de caractère et de propriété avec le carbone.

Sa couleur se rapproche de celle de ce combustible ; comme lui il ne brûle que lorsqu'il est échauffé au rouge ; il est fixe au feu, infusible, insoluble dans les huiles, sans combinaison avec les alcalis, avec les métaux et autres combustibles acidifiables, le platine, le fer et le soufre exceptés, et ces deux derniers sont précisément ceux parmi ces corps auxquels le carbone peut plus ou moins s'associer.

Si nous comparons l'acide du bore avec l'acide carbonique, nous retrouvons les mêmes rapports dans les principales propriétés. Le caractère d'acidité des deux corps est faiblement prononcé, et l'intensité de leur combinaison est peu considérable, ce qui provient de la circonstance que les combustibles de ces acides sont pleinement hydrogénés pour leur plusoxidation par l'eau. L'acide sec dans ces corps étant plus saturé d'oxigène doit moins se sursaturer d'hydrogène ; et leur plusoxidation répond à ce rapport ; et, d'un autre côté, l'intensité de la combinaison supplée à la quantité de matière pour la saturation, ou plutôt le dernier compense le premier.

L'acide boracique n'est, comme l'acide carbonique, que faiblement soluble dans l'eau ; il se surcombine comme lui par les alcalis en sels alcalinules, qu'il forme de préférence à des engagemens neutres ; il se combine en plusoxidation avec l'acide sec fluorique de la même manière que l'acide carbonique se combine avec l'acide sec muriatique ; et le gaz borico-fluorique est un composé dont l'existence repose sur la même qualité de ses élémens que celle du gaz carbonico-muriatique. Ce sont deux acides plusoxidés de leur propre fonds, lesquels admettent à adhérer en possession commune de leur eau deux autres acides secs qui ont encore entre eux de grandes analogies, et celle sur-tout de déposer complétement l'eau qui les plusoxide, pour prendre en échange un autre plusoxidant quelconque, soit acide, soit oxide, soit même sel.

Il y a encore ce très-grand rapport entre le carbone et le bore, qu'ils sont l'un et l'autre inacidifiables par le gaz muriatique oxigéné, ce qui forme le caractère d'un acide sec satisfait au complet, dans ses affinités, par de l'hydrogène. On ne peut point qualifier de combinaison la faible activité que le gaz muriatique oxigéné manifeste avec le bore, laquelle provient sans doute de l'adhérence d'un peu d'eau qui déplace d'avec l'acide oxigéné une petite quantité d'oxigène par lequel le bore s'acidifie; cependant du bore oxidé, si toutefois il peut l'être, devra, comme le carbone oxidé, s'unir à l'acide muriatique oxigéné, parce qu'alors la sous-saturation est établie, les oxides de ces combustibles étant des acides secs moins hydrogénés, mais en place plus oxidés par l'eau de l'hydrogène qui leur manque.

La réduction de l'acide boracique par la pile exige une humectation par de l'eau, malgré que ce corps ne soit pas un mauvais conducteur. Si cet acide cristallisé était rendu sous-incandescent, cet condition serait superflue, parce que l'eau de plusoxidation, étant déplacée par du calorique, fournirait l'hydrogène pour la réduction de l'acide, et il se ferait un désengagement considérable de calorique, lequel n'a pas lieu lorsque des oxides de métaux sont réduits, et que ne présente également pas la réduction des acides métalliques.

Cette particularité distingue les combustibles ayant pour base un acide sec de ceux dont la base est de la matière primitive du globe, en ce que de l'hydrogène ne saurait, près des premiers corps, prendre la place de l'eau, sans déplacer, d'avec l'oxigène de son acide, l'équivalent en force de saturation du calorique, de ce que lui-même aceonduit de sa matière en poids : les oxides métalliques reçoivent l'hydrogène qui les réduit, sans que de l'oxigène de sa base il se déplace du calorique.

La décomposition des acides et des oxides par le métal de la potasse fournit encore les mêmes indications par rapport à la différente nature de ces corps. Les premiers sont décomposés sous le dégagement de beaucoup de calorique, et les seconds sous le dégagement de peu de cet agent; les oxidules des métaux énergiques sont décomposés sans que le dégagement du calorique soit sensible.

Les acides métalliques, lorsqu'ils sont désoxidés jusqu'à la réduc-

tion, dégagent, avec le potassion, à-peu-près autant de calorique que l'eau, et l'acide muriatique qui ne reçoit point l'hydrogène du métal en échange de son eau, mais dont l'acide sec s'unit à l'oxide, du métal, déposerait, s'il était liquide, un peu plus de calorique que l'eau, l'acide qui en quittant l'eau prend un autre plusoxidant, lequel est l'oxide, ne devant point fixer du calorique en échange de l'hydrogène de ces corps, mais devant plutôt en déposer.

On peut donc établir comme caractère indicatif qu'un combustible acidifiable, en se réduisant, dépose du calorique qu'un oxide de métal dans le même cas en fixe, tandis qu'un acide métallique dont le corps réduit n'est point un acide sec hydrogéné, mais de la base primitive surcombinée d'hydrogène, ne dépose ni ne fixe de cet agent. J'ajouterai quelques autres analogies entre le bore et le carbone, ainsi qu'entre l'acide boracique et l'acide carbonique, que je reprends de mon mémoire à l'Académie de Berlin.

— « Le bore comme le carbone se convertit immédiatement en acide complet et sans avoir besoin à cet effet d'un supplément d'eau. — Il est opaque comme le carbone, et sa couleur se rapproche du noir ; cependant le bore est un non-conducteur de l'électricité que le carbone conduit très-bien. —

Le goût de l'un et l'autre acide est peu marqué ; et ils ne rougissent tous deux que faiblement la couleur bleue végétale. — Cependant l'un de ces acides est aussi fixe que l'autre est volatil. — Les combustibles de ces acides doivent leurs diverses propriétés à leur saturation au complet par de l'hydrogène, qui les dispense de devoir satisfaire cette affinité par d'autres combustibles acidifiables et par des métaux, et, à leur défaut, par des oxides ; et leurs acides doivent à leur saturation par de l'eau d'hydratation propre et inamovible, que de l'eau de solution peut moins bien leur enlever ce li-

quide, et par conséquent mettre à nu leurs caractères d'acidité : cette propriété est si marquée dans l'acide borique que l'eau d'hydratation dans son adhérence à celle d'hydratation propre, lorsque celle-ci se vaporise, entraîne avec beaucoup de facilité l'acide qui par lui-même est si fixe. C'est encore à cette inamovibilité de l'eau d'hydratation que les deux acides, borique et carbonique, doivent leur faible intensité de combinaison, les vice-hydratans ne pouvant être admis qu'à partager avec l'eau la possession de ces corps secs, ce qui fait que leur hydratant naturel est toujours prêt à reprendre sa place près de l'acide à l'occasion du plus faible corps vice hydratant ou vice-hydratable, qui veut s'emparer de la substance à laquelle ils sont unis ; ils doivent à la même inamovibilité de leur eau de pouvoir servir de vice-hydratant aux acides secs, et si l'acide borique, lorsqu'il est calciné, agit comme un acide sec ou qui ne cède point d'eau, c'est peut-être encore à cause de l'inamovibilité de ce liquide ; et rien ne prouve que l'eau, que l'acide borique abandonne au feu, ne soit pas d'hydratation comme sel et non d'hydratation propre ; car c'est ainsi qu'on doit considérer un acide sec hydraté par de l'eau, ce liquide lui tenant lieu d'oxide, et son engagement avec l'eau formant un véritable sel ; aussi remarque-t-on que tous les acides cristallisables possèdent cette eau ; que l'acide sulfurique en prend pour se cristalliser ; que le gaz muriatique oxigéné en prend également ; que les acides végétaux en sont amplement pourvus, et que ces mêmes corps déposent cette eau et s'en hydratent en sels cristallisables dès l'instant qu'un vice-hydratant prend la place de ce liquide ; c'est ainsi que l'acide sulfureux vice-hydraté par de l'oxigène dans la vapeur sulfurique se cristallise

en sel avec moins d'eau que son acide complet n'en exige pour son hydratation en acide, et que ce même acide vice-hydraté par de l'acide sulfureux se cristallise également avec l'eau de la même hydratation, et que l'acide d'une condensation intermédiaire dans son oxigène, et tel qu'on l'obtient à une forte chaleur, lequel est partie vice-hydraté par de l'oxigène et partie hydraté par de l'eau, se cristallise également avec moins d'eau que l'acide ordinaire. La cristallisation de l'acide sulfurique complet est un moyen de concentration, de la même manière que l'est la congélation pour le vinaigre, le vin et les lessives salines, c'est-à-dire un moyen d'enlèvement d'eau, avec la différence que dans l'un de ces procédés de concentration l'eau se congèle seule, et que dans l'autre elle se cristallise avec l'acide.

Cette inamovibilité de l'hydrogène de vice-hydratation du bore et du carbone, ainsi que celle de l'eau de leurs acides, rapprochent ces substances du caractère des métaux, lesquels aussi ne déposent dans aucun cas connu de leur hydrogène ni de leur eau d'oxidation; et la manière dont ces corps s'engagent, l'un avec le platine et le fer, et l'autre avec le fer, manière qui est celle des alliages, ajoute encore à leur caractère métallique. Ces deux combustibles seraient d'après cela analogues à des oxidules métalliques par leur nature, mais point par leurs propriétés d'hydratation ou de vice-hydratation.

Ainsi les acides sont des sels composés d'acide sec et d'eau, et qui sont encore hydratables par de l'eau qui leur sert pour la cristallisation. L'acide sulfurique, en supposant même que le soufre ait déjà un excès d'hy-

drogène pour cette eau, n'existerait pas sans en être saturé jusqu'à un certain point, comme le muriate d'ammoniaque ne peut exister sans avoir cette eau; et l'acide nitrique à l'état de vapeur serait du gaz nitreux vice-hydraté ou formé en sel par l'oxigène et hydratable par l'eau, et l'acide nitrique blanc serait cette vapeur condensée et déjà hydratée jusqu'à l'état sec, et en outre jusqu'à celui de sel cristallisable; et ce ne serait pas une chose extraordinaire que dans des cas donnés les acides suffisamment dilués puissent se former en cristaux.

Le gaz acide muriatique, qui a le complet d'eau pour son état d'acide sec hydraté en sel, prendrait encore de l'eau, soit de l'air, soit par son contact avec ce liquide, pour son hydratation saline ou pour sa cristallisation comme sel, et l'eau en devenant de cette qualité déposerait du calorique; c'est l'eau dont le gaz muriatique acide s'empare si avidement pour se condenser. Cela expliquerait en même-temps la grande sapidité des acides, laquelle leur serait naturelle, puisqu'ils seraient des sels; et le gaz muriatique suroxigéné n'aurait tant d'oxigène que pour en avoir de vice-hydratation comme sel et en même-temps de solution; dans ce sens le gaz muriatique oxigéné est de l'acide sec vice-hydraté en sel par de l'oxigène, et celui suroxigéné est vice-hydraté pour la cristallisation de ce sel et pour sa solution; et il est probable que si ce corps pouvait être obtenu sans la troisième quantité de son oxigène il serait concret et cristallisé.

Les alcalis dits caustiques forment également avec l'eau de véritables sels, lesquels se cristallisent, comme

je l'ai fait voir le premier, en prenant de l'eau de vice-hydratation saline ; ce n'est qu'alors que ces corps doivent avoir du goût. Les oxides alcalins vice-hydratés par de l'oxigène sont sans doute en même-temps vice-hydratés pour leur constitution de sel, puisque ces composés étant fondus se cristallisent régulièrement sans déposer de l'oxigène; d'où l'on doit inférer qu'ils ne tiennent point de ce principe par solution; cela prouve d'ailleurs leur peu de sousoxigénabilité à l'air, et il faudrait essayer si du gaz muriatique suroxigéné ne leur adjoindrait pas de l'oxigène de solution, ce qui les rendrait spontanément détonans, et davantage qu'ils ne le sont par le choc avec de petites quantités de phosphore; et on devrait encore voir si de la vapeur d'eau très-chaude, avec laquelle on les mettrait en contact pendant qu'ils sont eux-mêmes fortement échauffés, ne les dissoudrait pas sans les dévice-hydrater dans leur oxigène.

On voit aussi l'ammoniàque se substituer à l'eau de salification des acides fixes concentrés par la plus forte chaleur, et ce liquide en ruisseler; tel est l'effet de cet alcali sur le verre d'acide phosphorique, lequel cependant ne se constitue pas encore avec cet acide en phosphate sec.

Les acides en *eux* sont des oxides secs salifiés par du sousoxide d'hydrogène, contenant seulement la moitié autant d'oxigène que dans l'eau. Ces corps sont hydratables par de l'eau étrangère, et ils se vice-hydratent par beaucoup d'autres corps; l'acide sulfureux s'hydrate avidement par l'eau, par l'acide carbonique et par l'acide sulfurique; l'acide phosphoreux par l'eau;

l'acide nitreux par l'acide nitrique, par l'acide sulfurique et par certains sels que le gaz nitreux, à l'effet de les former, a rendus acidinules, en sousoxidant leur métal en oxidule, etc., etc. Ces sels ne sont pas proportionnés dans l'oxigène de leur acide sec par l'oxigène de leur sousoxide d'eau, ce qui fait que les acides en *eux*, substitués dans leur principe de salification par un autre oxide, forment des sels dont l'hydratabilité n'est pas satisfaite par ce principe ou par le sousoxide d'eau; de sorte que les acides en *eux* sont de véritables sels acidinules existant comme tels par des acides secs; et on peut les considérer comme des sels en *ate* vice-hydratés par une portion du combustible de leur acide, lequel équivaut à la moitié de ce corps engagé lui-même avec l'oxide du sel; et, pour en donner un exemple, les sulfites seraient des sulfates hydratés par l'eau de l'hydrogène propre du soufre et vice-hydratés par du sulfure du même oxide que l'est l'acide.

Cette manière d'envisager la constitution des acides, qui est la seule qu'on puisse adopter raisonnablement, met en pleine évidence la nature d'acide sec hydrogéné de ces corps, puisque le gaz muriatique oxigéné, en se saturant d'hydrogène dans un rapport qui convertit son oxigène en eau, forme un sel à l'oxide ou plutôt à l'acide salifiant duquel se substituent d'autres corps contenant précisément la même quantité d'oxigène que l'oxide d'eau, ce qui est le signe le plus certain de la substitution d'un oxide à un autre. Je dis que dans les sels à acides purs l'eau fait fonction d'acide, et que le corps nommé acide sec fait fonction d'oxide; cela est fondé sur ce que l'eau est le corps le plus fortement proportionné d'oxigène qui nous soit connu,

et celui qui dans tous les engagemens dépose du calorique, en se sursaturant encore davantage du même principe.

Si l'acide borique vitrifié ne possédait son eau d'hydratation propre, le potassion ne pourrait, en cédant son hydrogène en échange de ce liquide, le réduire en bore.

Ceci répand infiniment de jour sur le procédé si important et si général de la salification des corps ; un acide prend pour se salifier une quantité d'eau dont le contenu en oxigène est égal à celui d'un oxide qui aurait produit la même salification ; ensuite cet acide isolé, comme son sel, et quelquefois l'oxide, prennent en outre, pour se cristalliser, une quantité d'eau qui observe un rapport avec l'intensité de combinaison des composans, lequel est inverse de cette qualité. L'oxide de sodion, qui existe par beaucoup plus d'oxigène que l'oxide de potassion, se salifie par beaucoup plus d'eau et plus d'oxigène que cet oxide ; et ses sels observent avec cette qualité un rapport dans leur eau de cristallisation, lequel ne change point lorsque c'est un acide en place d'eau que l'oxide salifie ; d'où l'on pourrait peut-être inférer que l'acide sec dans ces corps renferme exactement la même quantité d'oxigène que l'eau par laquelle un oxide soluble est salifié. J'ai déjà plusieurs fois fait remarquer que l'hydrogène des combustibles acidifiables, qui par l'oxigène est pleinement saturé en eau, n'a aucun rapport avec le proportionnément de l'acide sec pour son état de sel, soit avec un oxide, soit avec de l'eau ; et il semblerait que l'eau qui résulte de cet hydrogène comprend trois fois la quan-

tité de celle de salification, et qu'il s'en trouve, pour la salification de l'acide, pour celle du sel, si je peux ainsi l'appeler, et pour la cristallisation. Dans plusieurs sels exactement analysés, l'oxide s'est trouvé posséder le tiers de l'oxigène qu'absorbe le combustible pour s'acidifier; et lorsque le sel était à double oxide, la quantité d'oxigène se trouvait partagée entre les deux, et il s'y joignait encore des quantités d'eau dont le contenu en oxigène était égal à celui de l'oxide ou en était le double, le triple, etc. L'eau d'organisation des combustibles acidifiables ou plutôt des corps puisqu'il n'y a que ces combustibles qui en prennent, semble destinée à la future salification de leur acide sec par ce liquide; elle se substitue près de ces corps à une quantité d'hydrogène égale à celle dont elle-même est composée, lequel hydrogène, dans l'état d'organisation du corps, reste co-engagé avec l'eau.

L'eau de salification des acides et des oxides est si étroitement engagée avec ces corps, que M. Ruhlaud l'a confondue avec leur principe d'oxidation, ce que sans doute ce savant chimiste aura conclu d'après le calorique qui est dégagé, ainsi que d'après l'intimité de la combinaison. M. Ruhland n'a pas non plus distingué l'eau qui salifie les acides et les oxides solubles d'avec celle qui dans l'oxidation de ces corps réduits se substitue à leur hydrogène et qui devient de véritable oxidation. » —

FIN DU PREMIER VOLUME.

IMPRIMERIE DE MAILLY, IMPRIMEUR DE L'ACADÉMIE, A BRUXELLES.

TABLE

DES MATIÈRES

Contenues dans ce volume.

DIVISION I.

Sur les pouvoirs et les propriétés de la matière, et sur les lois générales des changemens chimiques.

DIVISION II.

De la matière rayonnante ou éthérée.

DIVISION III.

Des substances indécomposées empyrées (comburantes), ou des substances indécomposées qui entretiennent la combustion, et de leurs combinaisons entre elles.

DIVISION IV.

Des substances combustibles indécomposées ou substances acidifiables non métalliques, et de leurs combinaisons binaires avec l'oxigène et la chlorine, ou entre elles.

FIN DE LA TABLE.



EXPLICATION

DE QUELQUES PLANCHES.

La planche 9, figure 27, représente un fourneau d'un usage général pour les expériences. La partie supérieure est un bain de sable; la partie inférieure peut servir aux fusions, à la distillation et à faire rougir des tubes. On peut le placer dans des appartemens où il y a une cheminée, et il peut tenir lieu d'étuve.

La planche 10, figure 28, représente l'appareil au mercure. Le tube qu'on voit dans la planche sert à enflammer des mélanges gazeux; il s'y trouve adapté un ressort en spirale.

La figure 29 représente un autre appareil pour l'inflammation des gaz.

La planche 11 représente un appareil pour des expériences en petit. Les instrumens sont gravés dans toute leur grandeur; les capsules doivent être de platine; les tubes et les petites cornues sont de verre; le chalumeau peut être d'argent avec une pointe de platine. On peut, avec le secours de ces instrumens et avec un petit bac en bois capable de contenir quelques livres de mercure, avec un électrophore propre à donner les étincelles pour l'inflammation des mélanges gazeux ou des gaz composés, et avec quelques flacons contenant des acides, des alcalis et autres réactifs servant aux précipitations, exécuter un grand nombre d'expériences courantes.

La planche 12 représente un gazomètre servant à diriger un courant de gaz oxigène sur du charbon en combustion, dans la vue de faire fondre ou de brûler des corps.

NB. Nous donnerons un *errata* général à la fin du dernier volume.

Pl. I.

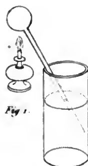


Fig 1.



Fig 2.



Fig 3.



Fig 4.



Fig 6.

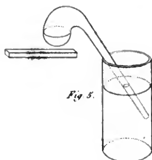


Fig 5.

Pl. II.



Fig 10.



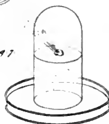


Fig 7.

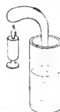


Fig 8.

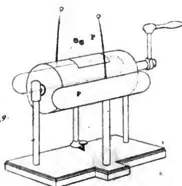


Fig. 9.



Fig. 12.

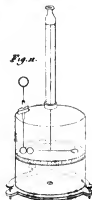
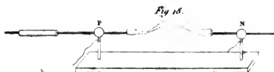
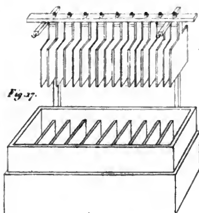


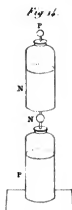
Fig. 11.

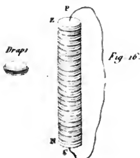
Pl III.

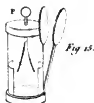


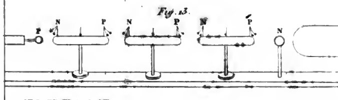

Fig 18.
P
N


Fig 17.


Fig 14.
P
N
N
P


P
Z
Fig 16.
Drops
N
C


P
Fig 15.


Fig 13.
P
N
P
N
P
N
N

Pl IV.



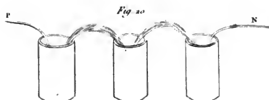
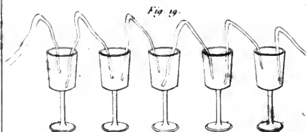


Fig. 20


Fig. 19.



Pl. V.



Fig. 21.

Pl VI.

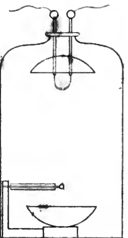


Fig. 22.

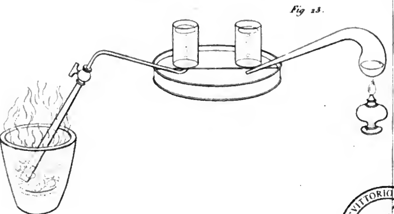


Fig. 24.

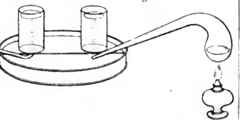
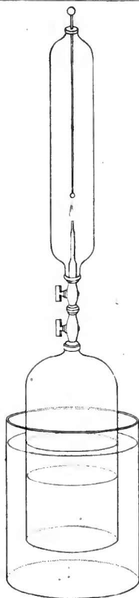


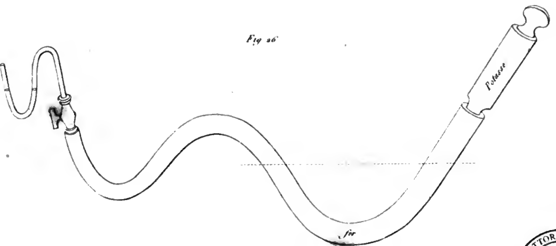
Fig. 23.



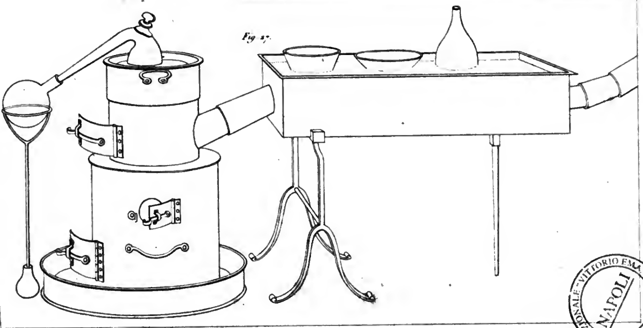
Pl. VII.



Pl VIII






Pl. IX
Fig. 27

Pl. X.

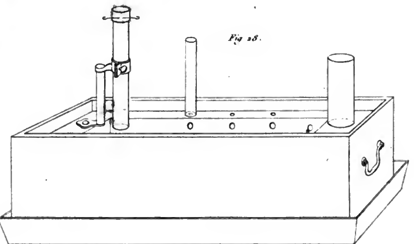


Fig 28.

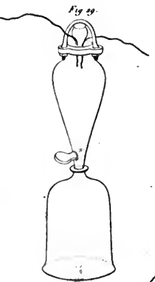


Fig 29.



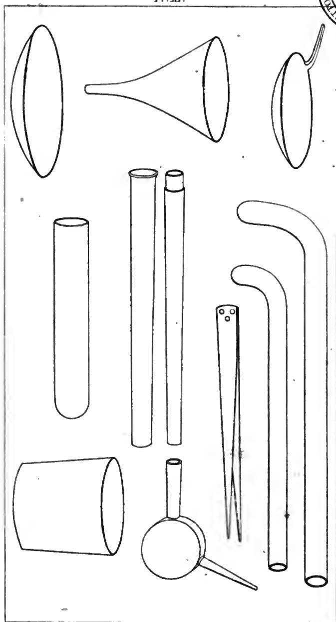


Fig. 30.

